

## **SSAB**

**Annual Reports 1953-1960**

**SSAB Laboratory**

**Address Annually Issues:**

**-Shale and Ash**

**-Oil**

**-Gas**

**-Waste Water**

**-Analytical**

SVENSKA SKIFFEROLJE A.-B.  
CENTRALARKIVET

*A 512.7*

### Redogörelse

Över verksamheten vid Svenska Skifferolja Aktiebolagets laboratorium

i Kvarnarp 1/7 1953 - 30/6 1954.

# Innehållsförteckning

	sid.
I. Inledning .....	1
II. Skiffer- och askproblem .....	1
1. Utländska skiffrar .....	1
a) <u>Brasilien</u> -skiffer .....	1
b) Tjärsand och bituminöst kol från <u>Angola</u> .....	3
c) <u>Luxemburg</u> -skiffer .....	4
d) Koks från <u>Belgien</u> och bituminös kalksten från <u>Israel</u> .....	4
e) Försök med gasbrännare .....	5
2. Diverse undersökningar .....	6
a) Pyrolys av stybb i fluidiserat tillstånd .....	6
b) Undersökningar i experimentugnen .....	7
c) Skifferförsörjningen och siktningsförsök .....	7
3. Byggnadskalk, murtegel och cement .....	8
III. Oljeproblem .....	10
1. Impregneringsolja .....	10
2. Bensinens lagringsbeständighet .....	11
3. Eldningsolja II .....	12
4. Bensinraffinering .....	12
IV. Gasproblem .....	13
1. Syreproblemet .....	13
2a) Svavelkonverteringen .....	14
3a) Rökgaserna .....	14
a) Rening av rökgaserna .....	14
1. Stoftavskiljning .....	14
2. Svaveldioxidborttagning .....	14
b) Luftföroreningar i <u>Kvarntorps</u> omgivningar....	16
c) Korrosion och rostning .....	18
V. Avloppsvattnet .....	19
VI. Aktuella problem för kommande året. ....	20

## I. Inledning.

Laboratoriets personalstyrka har varit oförändrad sedan föregående budgetår. Bland nya större problem, som tagits upp till behandling, kan nämnas fluidisering och gasbrännarförsök på Ljungströms-fältet. Syreborttagningsförsöken ha avslutats och de avbrutna bensinraffineringsförsöken återupptagits. Rökgasundersökningen har förts så långt, att den större laboratorieapparaturen nu håller på att monteras i en särskild för ändamålet renoverad lokal i noduleringen. Försöken med Kvarntorp-skiffer ha pågått sedan i våras i experimentugnen och förutsättningarna för tillverkning av en blandcement med 20 % aska ha ytterligare undersökts och resultat i detta avseende böra föreligga under höstens lopp. Alla patent- och biblioteksfrågor ha nu underställts laboratoriet och skötes av tekn.lic. H. Fischer.

## II. Skiffer- och askproblem.

### 1. Utländska skifferar.

#### a) Brasilien-skiffer.

Från Rio de Janeiro har erhållits fyra skifferprover från Paraíba-området, vardera på 100 kg och förpackade i plåtfat. De två proven voro delvis lufttorkade och det ena plåtfatet skadat, varför blott ett prov höll rätt fukthalt, ca. 25 %. Analyserna omräknade på torrt prov gävo vid handen, att ett av proven gav mer olja och gas och en högre gas-kvalitet än de övriga tre.

	B 1	B 2	B 3	B 4
<u>Skiffern.</u>				
Fukthalt, vikts %	24,6	13,2	13,1	16,8
S-halt, %	0,73	1,65	1,67	3,04
Värmevärde, kcal/kg	1900	1760	1850	2250
Olja, vikts % ( <u>Fischer</u> )	11,2	11,2	10,4	13,5
<u>Olja.</u>				
Spec. vikt $d_{4}^{20}$	0,847	0,868	0,846	0,837
S-halt, vikts %	0,54	0,47	0,60	0,54



	B 1	B 2	B 3	B 4
Pour point: °C	23	23	25	21
Vaxhalt, vikts %	16	12	9	16
Bensinhalt: vol %	19	17	16	16

Gasen.

Nm <sup>3</sup> /kg	42,5	43,5	42,1	51,4
H <sub>2</sub> S-halt, vol %	4,1	3,5	6,6	3,0
Kolväten < C <sub>3</sub> , vol %	23,9	20,4	25,9	28,4
"    gasol, "	6,2	4,7	6,5	7,1
"    > C <sub>4</sub> , "	1,7	1,8	1,7	1,6
Värmevärde, kcal/Nm <sup>3</sup>	6500	5800	6900	7350

Koksen.

C, tot., vikts %	8,0	8,3	9,7	11,2
Värmevärde, kcal/kg	720	750	825	970
Sintringstemperatur, °C	950	950	900	900

Värmebalansen vid pyrolys av 1 kg torr skiffer blir sålunda:

	B 1	B 2	B 3	B 4
Olja, kcal	940	840	840	1180
Gas, "	280	250	290	380
Koks, "	560	600	680	770
Totalt	1780	1690	1810	2330
Diff.	+120	+70	+40	-80
Ingående kcal.	1900	1760	1850	2250

Av denna värmebalans att döma skulle det vara möjligt att genomföra pyrolysen i en Kvarntorpsugn. Sintringstemperaturerna äro dock låga och för att avdriva fuktvattnet érfordras stora mängder värme. Detta finns tillgängligt i form av gas- och kokskalorier, som också äro tillräckliga för genomförande av pyrolysen.

Bensinen bör vara lätt att raffinera, likaså växet. Svavelhalten är ju relativt låg utom i prov fyra, medan gasolhalten är ungefär som i Kvarntorp-gasen.

Tyvärr motsvara ovanstående prov lika litet som de tidigare erhållna något genomsnitt av Paraiba-maktigheten. Oljehalten i denna uppgives av dr. Hagerman och Foster Wheeler till något över 8 % på torrt prov mot över 11 % på erhållna prov.

På Irati-skiffern ha vi tyvärr ännu icke erhållit några prov.

b) Tjärsand och bituminöst kol från Angola.

Tjärsand och bituminöst kol i kvantiteter på vardera 20 kg ha erhållits från Les Fours Lecocq i Bryssel.

Det bituminösa kolet var svart, delvis glänsande, med en askhalt på 37 vikts % och ett värmevärde på 4500 kcal/kg. Pyrolysförsök i Fischer-retort misslyckades, enär kolet redan vid 350° blev så voluminöst, att en del kol följde med pyrolysgaserna och täppte igen systemet. Ett mindre prov extraherades med trikloretylen, varvid ca. 11 vikts % organiskt material erhöles. Det extraherade kolet förhöll sig vid upphettningen på samma sätt som utgångskolet.

Då Kvarntorp icke har någon erfarenhet av pyrolys av kol med dessa egenskaper, ha ytterligare pyrolysförsök icke utförts och några rekommendationer till firman kan icke göras.

Tjärsanden var något klabbig av tjära men ganska hård. Den var mörkbrun till svart och verkade ganska inhomogen, varför det var svårt att taga ut ett representativt prov till analys.

Fukthalt, vikts %	0,76
C-halt (org.) "	15,7
H-halt "	2,0
S-halt "	0,4
Glödgningsförlust vikts %	51
Värmevärde, kcal/kg	1800
Extraherbart, vikts %	19
<u>Fischer</u> , olja "	15,5
gas Nm <sup>3</sup> /t	13,9
koks, vikts %	82,5

Oljan, gasen och koksen ha undersökts och följande värmebalans ha kunnat uppställas (1 kg torr tjärsand):

Olja, kcal	1220
Gas, "	150
Koks, "	270
Totalt	1640
Differens	160
Ingående kcal	1800

Den stora differensen beror på svårigheten att få ett verkligt representativt prov.

Som kommentar till undersökningen kan anföras, att tjärsanden är lik den från Alberta. På grund av dess plastiska struktur torde Ljungströms-förfarandet ligga bra till. Då den emellertid har låg permeabilitet kan svårigheter uppstå. Ytterligare laboratorieprov äro nödvändiga, innan ett eventuellt fältförsök kan rekommenderas. Före dessa senare måste också tjärsandens geologiska läge kartläggas.

c) Luxemburg-skiffer.

Elva skifferprov på vardera 5 kg från olika platser i Luxemburg ha undersökts. Dessa, som voro krossade i 10-20 mm:s storlek, hade antagligen före krossningen torkats. Endast ett prov hade en oljehalt enligt Fischer på över 5 % (5,1 %). De voro alltså icke av bättre kvalitet än de tidigare erhållna proven. Undersökningen gav icke heller något nytt, varför föregående undersökningars slutomdöme står kvar, skiffern är för fattig för att en tillfredsställande ekonomisk utvinning enligt någon av Kvarntorps metoder skall komma ifråga.

d) Koks från Belgien och bituminös kalksten från Israel.

Ett prov på ca. 15 kg koks, s.k. Waschberg, från Belgien har undersökts beträffande dess lämplighet som bränsle i en koksförbränningsugn. Koksen höll 10,9 vikts % kol, 1,2 vikts % väte och 4,7 vikts % svavel. Dess värmevärde var 1220 kcal/kg. Vid förbränning av densamma erhöles en aska med blott 0,46 vikts % svavel och med en så låg sintningspunkt som 875°C. Svårigheter torde därför erhållas vid förbränning samtidigt som man på grund av den höga svavelhalten får en på svaveldioxid relativt högprocentig rökgas.

Provet (ca. 3,5 kg) på den bituminösa kalkstenen från Israel hade ett värmevärde på 1080 kcal/kg, gav en oljehalt enligt Fischer på 5,3 vikts % och en koks med ett värmevärde på 430 kcal/kg. Gasen höll 22,5 vol % svavel och 5,2 vol % gasol. Dess värmevärde var 7160 kcal/Nm<sup>3</sup>. Oljans bensinhalt var 33 vol %. Bensinen hade hög svavelhalt och var starkt omättad. På basis av de resultat, som erhållits med detta lilla prov, är det icke möjligt att uttala sig om någon ekonomisk utvinning av olja, svavel, gasol och gas är möjlig enligt någon av våra metoder. Ett större prov har utbetts, om intresse för ytterligare undersökningar förefinnes i Israel.

e) Försök med gasbrännare.

Vid pyrolysis av skiffer in situ enligt Ljungströms-metoden användes elektriska värmeelement för uppvärmning av skiffern till pyrolystemperatur. Om uppvärmningen kunde utföras med gaseldade värmeelement i stället, skulle en högre värmeverkningsgrad erhållas.

En hel serie olika typer av sådana värmeelement eller s.k. gasbrännare ha provats. För att få en jämn temperatur uteder gasbrännaren konstruerades först sådana med flera lågor. Det lyckades emellertid icke att konstruera brännare, som voro tillräckliga driftssäkra. En betydlig förenkling skulle erhållas, om en gasbrännare med en låga kunde användas. Den brännare, som till slut visade sig vara bäst består av ett ytterrör och ett innerrör. I det inre tillföres gas och luft blandade. På mitten av röret finns en utvidgning, där gas-luftblandningen tändes. Innerrörets nedre del fungerar sålunda som ett förbränningsrör, medan rökgaserna går i ytterröret strykande förbi innerröret och ut vid brännarens övre del. En förvärmning av ingående gasblandning erhålles. Brännaren är lätt att tända genom s.k. returtändning, d.v.s. i ytterrörets övre ände. Lågan vandrar ned mot botten och upp till den insnörda delen av innerröret.

Brännaren har provats dels med rengas från verket dels med propan. Den har döpts till Linsbrännaren. Inga svårigheter att tända och behärska en linsbrännare av 25 meters längd ha förelagat. Olika diametrar på ytter- och innerrör ha undersökts. Temperaturfördelningen längs brännaren har

blivit ganska jämn och en effektiv verkningsgrad på ca. 80-85 % torde kunna uppnås. Det största materialproblemet uppstår i förbränningsröret. 23/22- och 25/23-stål med en skalningstemperatur på  $1150^{\circ}$  är fullt användbara och ha fullt tillfredsställande hållfasthetsegenskaper. 18/8-stål kan icke användas.

Åtskilligt arbete återstår för att få fram säkrare uppgifter beträffande de bästa rördimensionerna, stålkvaliteten och verkningsgraden.

## 2. Diverse undersökningar.

### a) Pyrolys av stybb i fluidiserat tillstånd.

Med dagens kapacitet på verket i Kvarntorp faller det 1200-1500 ton skifferastybb per dygn. Genom litteraturundersökningar och förstudier ha vi kommit till det resultatet, att den bästa lösningen på detta stybbproblem vore, om man kunde behandla stybben i fluidiserat tillstånd. Efter bestämning av en del dynamiska data för stybbfluidiseringen ha de första resultaten erhållits vid pyrolys i fluidiserat tillstånd.

Stybben matas kontinuerligt med medelst en skruv i fluidiseringskolonnen med en höjd av 2 meter och en diameter på 150 mm. Överhettad vattenångor, som användes som fluidiseringsmedel, intryckes genom en bottenplatta. Erforderligt värme i pyrolyszonen tillföres genom elektriska element runt kolonnen. Den avgående pyrolysgasen passerar en stoftavskiljare och går till en kylare, där olja och vatten avskiljas. Restgasen uppmätas. Koksen utmatas kontinuerligt genom kolonnbotten.

Med en stybbfraktion 0,5-1 mm samt en bäddhöjd på ca. 1 m har hittills endast ett par pyrolysförsök genomförts. Dessa ha givit utbyten på över 100 %. Den erhållna oljan har en spec.vikt på 1 eller något däröver, den håller ca. 15 % bensin och är något vätefattigare än ugnsoljan. Gasen ( $40-45 \text{ Nm}^3/\text{t}$ ) som är kvävefri, har hög svavelvätehalt (ca. 35 %) ett relativt högt värmevärde ( $8000-9000 \text{ kcal/Nm}^3$ ) och normal gasolhalt (6-7 %). Koksen är bättre utbränd än vid ugnarna.

Vid de pågående försöken kommer stybbens kornklass, pyrolystemperatur och apparatens kapacitet att varieras. Apparaturen kan utbyggas så att även stybbkoken kan upparbetas antingen genom förbränning eller genom förgasning.

b) Undersökningar i experimentugnen.

Sedan ett par år tillbaka har för vissa undersökningar ett provfack i Kvarntorp i använts, men då facket icke var oberoende av ugnen för övrigt byggdes en experimentugn med en kapacitet på ungefär 4 ton skiffer/dygn. Denna ugn har under vintern utrustats med egen siktanläggning, varigenom ugnen kan förses med gods av önskad sortering. Under våren påbörjades en undersökning, som avser klarlägga, om det finns några skillnader mellan direktskiffer, hammarkross- eller Symonsskiffer vid dess användning i Kvarntorp-retorten och vilken kornklass på skiffern som är lämpligast. Olika genomsnittningar skola eventuellt också undersökas.

De hittills utförda försöken tyda på att från Symonskrossen, väl belastad, erhålles ett gods, som ger lika goda eller bättre utbyten av olja och gas men mindre ånga än motsvarande direktgods, som erhålles från en lågt belastad Symonskross. Beträffande korngränserna så har goda resultat erhållits med relativt hög undre korngräns (7 mm). Nedre gränsen skall varieras från 1,5 till 9 mm och övre från 17,5 till 27 mm.

c) Skifferförsörjningen och siktningsförsök.

Undersökningen av skifferförsörjningen avslutades under hösten, då försörjningen alltifrån gruvan till och med ugnarnas siktar hade undersökts. En del brister kunde påvisas. Särskilt var avstybbningen i Symonskrossen och på silos dålig, vilket framgick av att godset till Kvarntorps-ugnarna hade hög stybbhalt. Stora krav måste därför ställas på ugnarnas siktar. En del förslag till förbättringar lämnades.

Siktningsförsöken ha bestått däri, att optimala siktningsbetingelser ha sökt fastställas med hjälp av en liten provsikt. Provresultaten ha givit en anvisning på att bättre driftsresultat borde kunna erhållas. Försök i driftskala ha föreslagits, men de ha ännu icke kunnat genomföras.

En undersökning av den tredje Kvarntorps-ugnen gjordes, då den andra var ur drift. En del missförhållanden påvisades, såsom t.ex. rökgasfläktarnas otillräckliga kapacitet och icke tillfredsställande skifferkvalitet.

### 3. Byggnadskalk, murtegel och cement.

#### Byggnadskalk.

Under augusti och september månader förra året utfördes en del förarbeten och uppgjordes kalkyler över tillverkningskostnaderna för jordbrukskalk och byggnadskalk. Torrsläckning av kalk utfördes i halvstor skala. Efter tre månaders försöksdrift hade tillräckligt med data erhållits. Den tillverkade produkten hade provats på olika bygplatser och givit goda resultat och i april månad i år var anläggningen för drift i stor skala färdig för igångsättning. Laboratoriet har varit behjälpligt dels under själva igångkörningen och dels med utprovning och kontroll av rätta mängden kemikalier, som måste tillsättas kalken för att denna skall kunna användas som byggnadskalk. Denna senare skall efter blandning med sand och tillsats av vatten i tombola på byggnadsplatsen eller i bruksblandare i murbruksfabrik ge ett fullgott bruk. Detta skall hålla sig smidigt ända tills muraren begagnat detsamma, men sedan skall det styvna så hastigt, att det kan färdigbearbetas snarast. Vissa i början uppträdande driftsstörningar ha nu eliminerats och kapaciteten per skift är ca. 30 ton.

#### Murtegel.

Sedan byggnadskalkförsöken slutförts upptogs försöken med tillverkning av mursten. Befintlig apparatur har flyttats och uppställts i ny lokal. Tidigare erhållna resultat ha i stort sett verifierats med undantag av att färgen hittills envist hållit sig kring skär. Mörkare nyans är nödvändig, om fasadsten skall tillverkas.

Försök att i Tyskland och U.S.A. finna någon tillverkare av apparatur för hålsten av prof. Granholms L9-typ ha hittills varit resultatlösa. En provform för ungefär denna typ har just levererats från Kumla Mekaniska Varkstad och skall provas. Genom direkt kontakt med vissa tyska firmor kunna vi kanske leta rätt på någon, som kan leverera en maskin med tillräcklig kapacitet. I annat fall få vi kompromissa och gå in för en hålsten med ett mindre antal hål än L9-stenen har.

#### Cement.

I förra årsredogörelsen redogjordes för de kvalitetsundersökningar, som utförts på cement i vilken inblandats 20 % skifferaska. Denna skiffercement håller alla de fordringar man ställer på standard portlandcement. Undersökningen har utvidgats att även gälla betong. Resultatet av denna undersökning, som utförts av Statens Provningsanstalt, kan sammanfattas så, att betong, beredd med skiffercement (20 % aska), jämförd med betong beredd med standardcement av fabrikat Stora Vika vid samma cementhalt i  $\text{kg/m}^3$  och samma konsistens, har:

Vattenhalten vid beredningen något högre, blödningen hos den färska betongen något större,

hållfastheten vid 28 dygn ungefär lika och vid 90 dygn cirka 9 % högre,

vattentätheten vid 28 dygn ungefär lika och krympningen vid uttorkningen ungefär lika,

Undersökning av betongens frostbeständighet och dess eventuella korrosiva egenskaper pågår.

Ett utomhusfundament av skifferbetong vid gasolanläggningen gjutet i juni månad i fjol är fullt intakt nu efter ett år, det är oerhört hårt och någon korrosion på armeringen kan icke spåras. Ett par utsågade block från fundamentet äro föremål för undersökning på Provningsanstalter i Oslo. Dessutom har en del andra betonggjutningar utförts i Kvarntorp. De äro alla efter över ett år utan anmärkning. Kontakt med Danmark och Norge upprätthålles.



### III. Oljeproblem.

#### 1. Impregneringsolja.

I förra årsredogörelsen meddelades, att tre delar toppad Ljungströms-olja och en del toppad ugnsolja uppvisar sådana egenskaper, att den med fördel och gott resultat skulle lämpa sig för tryckimpregnering av virke.

En provimpregnering av 380 normalaliprar utfördes under hösten 1953 i Limmared. Tyvärr blev icke resultatet fullt lyckat. Det visade sig nämligen, att aliprarna uppvisade en betydligt kraftigare smetning efter impregneringen än vad vi erhållit i Kvarntorp. Detta berodde på att de lättare fraktionerna ( $< 210^{\circ}$ ) förorsakade vid impregneringen en kraftig gasbildning, varigenom ett tillräckligt vakuum icke kunde erhållas. Obehövlig olja i de impregnerade aliprarna kunde icke helt avlägsnas, varför dessa efter någon tid vid lagringen avgav luft med vilken över-skottet av olja följde och förorsakade kletighet. Antingen måste alla fraktionerna under  $210^{\circ}$  avlägsnas eller också måste impregneringsanläggningens kapacitet med avseende på möjligheterna att hålla ett bättre vakuum höjas.

Vattenfallsstyrelsens nya impregneringsverk i Åsbro arbetar med högre luft- och oljetryck samt med längre tryck- och vakuumtid. Detta bör ge ett bättre impregneringsresultat. Försök i provanläggningen i Kvarntorp verifierade detta, varför en provimpregnering i Åsbro skulle vara synnerligen värdefull.

Emellertid hade Statens Järnvägar låtit undersöka den i Limmared använda oljans toxiska egenskaper och därvid funnit, att den var underlägsen kreosotoljan. Detta föreföll oss underligt, varför doc. Rennerfelt på nya prov från Kvarntorp upprepade undersökningen. Resultatet från oljan i Limmared besannades. Det framkom då, att oljans toxiska egenskaper hade bestämts medelst en ny förenklad metod, varvid oljans aktivitet gentemot syllsvampen Lentiuus lepideus fastställdes. Detta är den ettrigaste svampen, vilket förklarar varför vår tidigare impregneringsolja godkände men icke den senare.

Enbart skifferolja tycks icke ha tillräcklig aktivitet. Den fordrar en tillsats av fenoler. Hur hög denna halt skall vara är just föremål för undersökning. Det förefaller som om den icke får understiga 5 %. Dessa fenoler kunna till en del erhållas genom luttvättning av toppad Ljungströms-olja eller också möjligen genom tillsats av tjärolja från kolgeneratorer. Olika tjärprodukter undersöks för närvarande. Tänkbart är att fenolerna först måste utextraheras ur tjärorna, enär skifferolja och vissa tjäror falla varandra. Helt naturligt kan man försätta skifferolja med inköpta fenolderivat.

## 2. Bensinens lagringsbeständighet.

Som mått på en bensins lagringstid användes den s.k. induktionstiden, bestämd enligt A.S.T.M. D 525. Armeförvaltningen har som fordran satt, att induktionstiden skall vara min. 360 minuter. Detta krav kan icke uppfyllas av bensin utan tillsats av inhibitorer. Vid försök med vår bensin och olika inhibitorer visade det sig att dessa hade olika effekt och att det ibland inträffade, att min.-värdet icke kunde uppnås trots ganska stora tillsatser.

Vid undersökning av vår lätta bensin ( $< 100^{\circ}$ ) och vår tunga bensin ( $100=200^{\circ}$ ) framgick det, att det var den senare fraktionen, som alltid gav lägst induktionstid och ibland för låg sådan. Bensinens stabilitet försämras vid plumbitbehandlingen. Ju mer svavel, som användes vid denna behandling, desto sämre blir induktionstiden. Genom vissa föreslagna förändringar i plumbitbehandlingen torde inga svårigheter föreligga att kunna garantera en induktionstid på min. 360 minuter. Detta gäller under förutsättning, att svavelsyramängden vid bensinraffineringen hålles nere, att reaktionstid och reaktionstemperatur är rikligt valda, samt att ett gott vakuum hålles vid bensindestillationen.

En riktigt raffinerad skifferbensin och rätt lagrad sådan har efter fyra års lagring oförändrat oktantal och godkänt lågt hartsantal.

### 3. Eldningsolja II.

Den toppade Ljungströms-oljan försäljes under beteckningen eldningsolja 2. Det har från olika förbrukarhåll framförts klagomål och påpekats svårigheter att använda den i mindre oljeeldningsaggregat. För att komma till rätta med detta problem påbörjades hösten 1953 en serie undersökningar. Dessa ha omfattat filtrerings-, lagrings- och korrosionsförsök samt praktiska oljeeldningsförsök.

Orsakerna till oljans mindre goda egenskaper bero till övervägande del på det i oljan lösta svavelvätet och förekomsten av oorganiska ämnen. Oljan blir instabil vid lagring och vid rundpumpning verka de sura gaserna korroderande på järn och metall under ogynnsamma betingelser. Härigenom förorsakas igensättning av filter och munstycken samt förslitning av rörliga delar i aggregaten.

Genom tillsats av inhibitorer till oljan har en märkbar förbättring av stabiliteten inträtt. Dess korroderande verkan har också minskat. Det verkar även som om köks- och sotbildningen minskar. Den största förbättringen av oljan erhålls emellertid om oljan lut- och vattentvättas. Hur denna bäst skall utföras hålles för närvarande på att undersökas. Troligen måste den ske kontinuerligt i blandningspump och kolonn samt separering i separator. Största svårigheten ligger i att emulsioner lätt bildas. Ur luten torde fenoler kunna utvinna. Dessa skola i så fall användas för att berika impregneringsoljan, så att fenolhalten i denna kan höjas till 5 %.

### 4. Bensinraffineringen.

Sedan arbetet med syreborttagningen minskat ha de avbrutna katalytiska bensinraffineringsförsöken så smått upptagits. Analysmetoderna ha slutförädlats och standardiserats, så att de kunna användas för rutinanalys vid raffineringsförsöken. Det mest intressanta är, att 5-ringade naftener dominera över 6-ringar, att neparaffiner och metylsubstituerade sådana dominera paraffinerna, att naftalin åkna, medan tetralin finns i obetydlig mängd, att aromaterna bestå nästan helt av alkylsubstituerade monocykliska bensold rivat och att pyrrol har påvisats med ganska stor sannolikhet. Högkokand karbonylföreningar

ha påvisats men icke furanderivat. Analysarbetet har nu utsträckts till fotogenfraktionen.

Beträffande själva raffineringförsöken ha de nu återupptagits. I första hand studeras den selektiva avsvavlingen och en bänkkapparat (200 liter/dygn) skall uppmonteras. Så snart de mera teoretiska försöken avslutats beräknas försöken i bänkkapparaturen kunna startas. Samarbete med Lurgi i Tyskland har inletts.

Både syre-, svavelväte- och raffineringsproblemet är i stort en fråga om en lämplig och helst också en relativt billig katalysator. För att undersöka olika katalysatorer har uppbyggts apparatur för bestämning av exempelvis porvolym och fullständig adsorptionsisoterm. Materialet för studiet av reaktionskinetiken är i det närmaste färdigsamlat och räknearbetet att ur detta bestämma reaktionsmekanismen pågår.

#### IV. Gasproblem.

##### 1. Syreproblemet.

De halvstora försöken att borttaga syret ur rågasen katalytiskt äro avslutade och bearbetade. Förutom den katalysator, som tillverkades på LKB enligt givet recept, har en engelskfärdig från firman P. Spence också provats. Den var snarare bättre än den här i landet tillverkade. Den är dyr, men detta gäller också den svenska. För närvarande undersökas möjligheterna att ersätta denna dyra katalysator med billigare men av samma kvalitet. Det sker i samarbete med prof. Groth, som sänt oss några enligt hans förmenande lämpliga katalysatorer. Dessa ha visserligen haft god hållfasthet, vilket var en svårighet med den av LKB tillverkade, men tyvärr har deras effektivitet varit sämre. Försöken komma att pågå ännu en tid framåt. Någon risk att katalysatorfrågan skall fördröja igångsättningen av Avox-anläggningen föreligger icke, då den engelska firman med kort leveranstid kan offerera oss lämplig katalysator.

Konstruktionsarbetet med Avox-anläggningen pågår för fullt. Den måste vara i drift och intrimmad, innan ammoniakanläggningen igångsättes.

## 2. Svavelkonverteringen.

Girdlerspaltningen har under året studerats och katalysatorer, bättre än Girdlerkatalysatorn, har funnits. Även den engelska firman har levererat prov som nu undersöks. I samband med dessa undersökningar ha analysmetoder för små mängder merkaptan vid närvaro av stora mängder svavelväte utarbetats. Även små mängder syre (0,001 %) ha vi lärt oss analysera.

## 3. Rökgaserna.

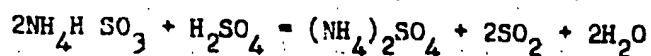
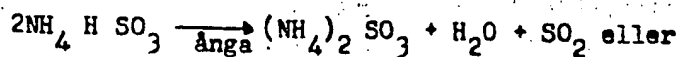
### a. Rening av rökgaserna.

#### 1. Stoftavskiljning.

Stoftavskiljningsförsök på rökgas från en Kvarntorps-ugn har gjorts med Svenska Fläktfabrikens Hydrokyl GTV-175. Vid en rökgas-mängd på 1100 Nm<sup>3</sup>/h erhöles 96-99 % avskiljningsgrad med en tryckförlust av 200 à 250 mm vp. Då denna alltså var mycket stor gick vi över till elektrofilter i stället. Ett sådant för 1000 m<sup>3</sup>/h har anskaffats från Svenska Fläktfabriken och försök skola igångsättas snarast. Efter stoftbestämning i gaser har Fläktfabriken i samarbete med oss konstruerat ett så litet mätelektrofilter, att det kan vägas på analysvåg.

#### 2. Svaveldioxidborttagning.

Den metod, som först skall prövas i större skala, blir ammoniumsulfittvättning av rökgaserna. Apparaturen uppmonteras (kapacitet 35 Nm<sup>3</sup> rökgas/h) för närvarande i en försöks-hall, som iordningställes för rök-gasförsök. De reaktioner, som äga rum vid uttvättningen och regenereringen äro följande:



Enär ammoniakförbrukningen och produktionen av ammoniumsulfat enligt den senare processen är alldeles för stor för att man skall kunna få avsättning för densamma syfta vi till att regenerera bisulfitlösningen medelst ånga och recirkulera sulfitlösningen. Samtidigt med SO<sub>2</sub>-uttvättningen och regenereringen sker emellertid alltid en oxidation till sulfat.

Denna måste hållas tillbaka samtidigt med att det trots allt i mindre mängder bildade sulfatet måste kunna utvinnas. Försök i laboratorieskala ha visat, att oxidationen kan minskas dels genom temperatursänkning vid uttvättningen dels genom en obetydlig tillsats av en inhibitor. Att helt eliminera oxidationen har icke lyckats. Utvinningen av sulfat har visat sig besvärlig. Fraktionerad kristallisation har misslyckats. Det är möjligt, att man genom sublimation av sulfitet kan erhålla ett rent sulfat.

I stället för att tvätta rökgaserna, kunna dessa passera ett adsorptionsmedel, som har förmåga att adsorbera svaveldioxiden men åter avgiva densamma vid desorption exempelvis genom uppvärmning med ånga. Som adsorptionsmedel kan aktivt kol och silikagel användas. Det förra är dyrt och förbrukas under processen, varför det är oanvändbart, det senare är också dyrt men har större livslängd än aktivt kol. Offerten på två försöksanläggningar ha erhållits från Tyskland. Den mindre på 50 Nm<sup>3</sup> rökgas per timme kostar 58.000 DM, den större på 500 Nm<sup>3</sup>/h 124.000 DM. Härtill kommer byggnader, montage kostnader etc., varför kostnaden för en färdig anläggning blir minst den dubbla. En preliminär uppskattning har gjorts över tillverkningskostnaden för utvinning av svaveldioxid i komersiell skala enligt denna metod. Det förefaller som om kostnaderna skulle bli så höga, att det blir svårt att få processen ekonomiskt lönande.

Om silikagel kunde ersättas med något billigare adsorptionsmedel, exempelvis brunkolskoks skulle processen komma i ett annat läge. Tysk brunkolskoks från Lurgi har provats i liten skala och befunnits vara ett gott adsorptionsmedel, vilket också är lätt att desorbera. Dessa försök skola senare fortsätta.

Samarbete äger rum med Mo och Domsjö AB, som avser att rena de rökgaser, som erhållas vid förbränning av industriad sulfitlut (80000 Nm<sup>3</sup>/h, 0,6 % SO<sub>2</sub>). Förhållandena äro för den ungefär enahanda med dem hos oss föreliggande.

b. Luftföroreningar i Kvarntorps omgivningar.

Liesegang= undersökningarna på de i föl nyplacerade provtagningsstationerna ha nu pågått ett år. Resultatet av dessa föreliggande i tabell 1. Året har indelats i tre perioder vardera på fyra månader. Medelhalterna svavel samt max.- och min.- värdena (7 à 8 best), som erhållits på klockorna, anges i mg per 100 tim. Stationernas läge samt avstånd från Kvarntorp framgår av diagrammet.

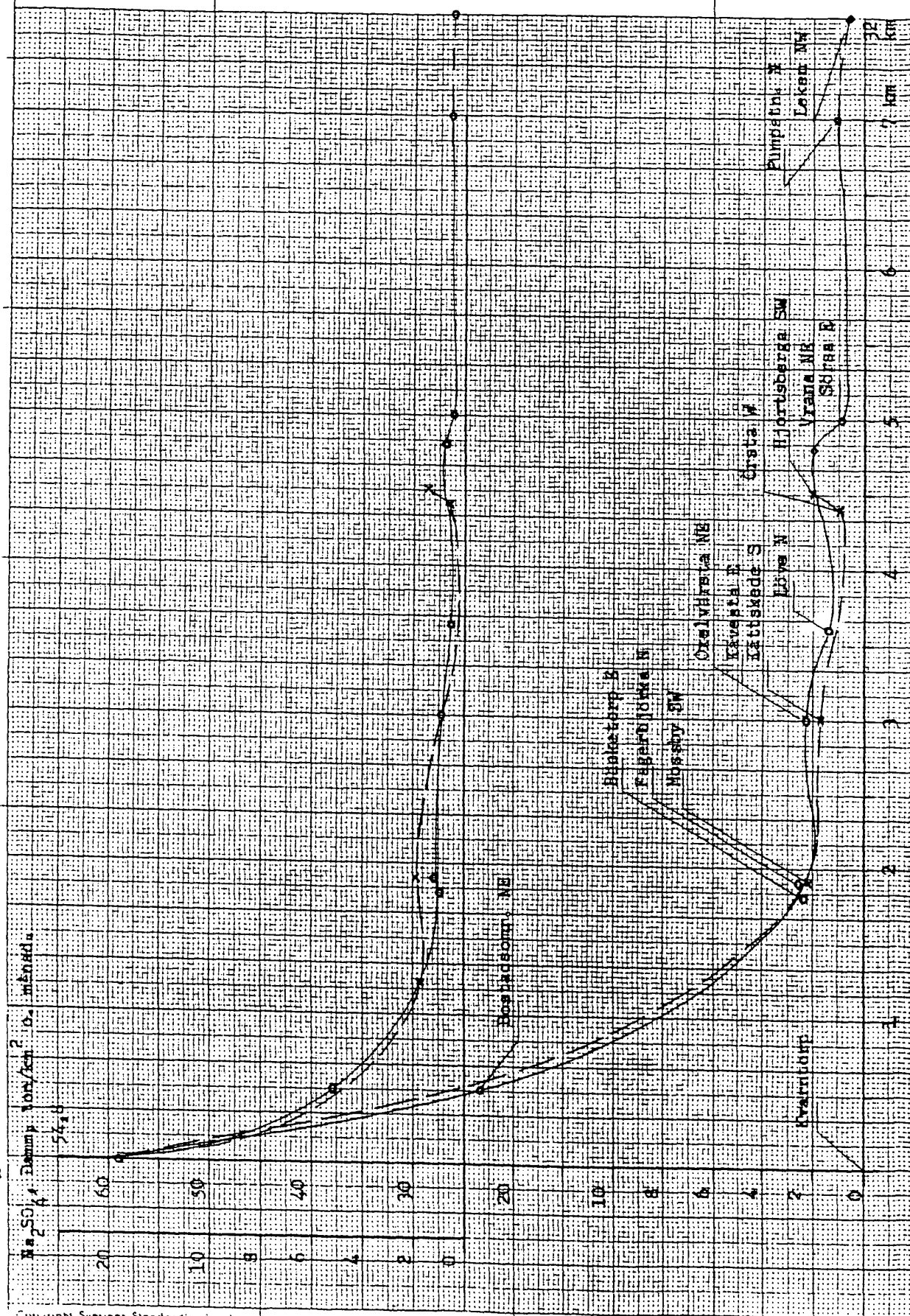
Tabell 1.

	Aug.-nov. 53			Dec. 53-mars 54.			Apr.-juli 54.		
	max.	min.	med.	max.	min.	med.	max.	min.	med.
<u>Vrana</u>	10,1	4,4	7,2	20	3,5	9,4	19,6	2,6	7,1
<u>Oxelvärsta</u>	12,0	4,1	8,4	17,1	3,6	9,9	10,9	3,9	5,9
<u>Kävesta</u>	23	6,0	13,5	43	4,6	16,0	35	6,2	12,9
<u>Bäcketorp</u>	33	7,7	17,5	70	5,8	22	45	7,6	18,2
<u>Fagerbjörka</u>	18,1	2,9	8,8	6,9	3,1	5,2	6,4	2,9	4,8
<u>Bostadsomr.</u>	108	15,0	41	78	5,4	29	46	6,3	18,9
<u>Kvarntorp</u>	170	26	88	224	23	119	171	30	93
<u>Västerhult</u>	17,7	4,3	11,5	32	5,6	18,4	35	4,3	14,3
<u>Mossby</u>	14,4	6,4	11,1	31	10,3	19,4	26	5,3	11,6
<u>Hynneberg</u>	56	7,5	23	39	13,0	21	23	6,3	12,9
<u>Hjortsberga</u>	19,5	1,9	8,6	29	2,3	13,8	28	3,1	10,4

Som synes erhållas de högsta värdena i bostadsområdet, i Kvarntorp och Hynneberg. Men relativt höga värden förekomma också i Kävesta och Bäcketorp, 3 resp. 2 km öster om Kvarntorp samt i Västerhult och Mossby 1-2 km väster om Kvarntorp.

Medelhalterna av damm och sulfat i ton per km<sup>2</sup> och månad framgår av diagrammet och tabell 2. I denna senare äro också motsvarande mängder för föregående år införda. Halterna äro bestämda på nederbördevatten uppsamlat per månad.

Regnvattnets damm- och sulfathalt i Kvarntorps  
omgivningar. Medelvärden 1953-1954.





Tabell 2.

Station.	Damm		Sulfat	
	1952-53	1953-54	1952-53	1953-54
<u>Kvarntorp</u>	54,3	59,1	62,7	54,8
<u>Fagerbjörka</u>	3,0	2,6	1,1	1,2
<u>Löve</u>	1,3	1,3	0,70	0,53
<u>Pumpstationen</u>	1,1	1,1	0,65	0,55
<u>Bostadsområdet</u>	18,2	23,6	7,9	5,2
<u>Oxelvärsta</u>	2,7	2,3	0,94	0,81
<u>Vrana</u>	1,9	2,0	0,81	0,75
<u>Bäckatorp</u>	2,5	2,4	1,2	0,99
<u>Kävesta</u>	2,1	2,4	0,99	0,91
<u>Sörsa</u>	1,1	0,83	0,55	0,44
<u>Ljungström</u>	3,1	2,3	1,4	1,9
<u>Källsäter</u>	1,3	1,1	0,63	0,61
<u>Kättskede</u>	2,2	1,7	0,93	0,74
<u>Mossby</u>	3,1	2,3	2,9	1,9
<u>Hynneberg</u>	-	2,6	-	1,9
<u>Hjortsberga</u>	2,1	2,0	1,2	1,4
<u>Västerhult</u>	4,2		3,8	1,7
<u>Örsta</u>	1,2	1,0	0,68	0,52
<u>Fågelhagen</u>	1,9	1,8	0,78	0,79
<u>Boängen</u>	1,7	1,7	0,70	0,69
<u>Leken</u>	0,76	0,61	0,88	0,49

Några större skillnader mellan föregående år och 1953-54 föreligga som synes icke, trots att rökavgivningen från brottet varit större under det sista året.

c. Korrosion och rostning.

Material- och rostundersökningarna ha under året fortsatt. Målningskontrollen inom verket har förlagts till laboratoriet under ing. Stenquist som under snart 10 år intresserat sig för arbeten, som gällt material, materialval och målning. Han har i samarbete med skogsmästare Lönn

utarbetat underlag för en broschyr avseende som vägledning för dem som bo inom de områden, där eventuella skadeverkningar från Kvarntorp föranleder skadestånd.

Långtidsprovningar med aluminiummaterial av plåt, taggtråd och stängelselnät ha påbörjats på ett 20-tal av 1950 års roststationer. Dessa provningar ske i samarbete med Svenska Metallverken.

Beträffande aluminium har under det gångna året en del frätangrepp konstaterats på obehandlade aluminiumhängrännor. Orsaken härtill är, att bildade avsättningar av aska, damm etc. icke avlägsnats. Det rör sig alltså om en ren skötselfråga. En ytbehandling av rännorna är säkerligen lämplig och skall undersökas.

Nya resistenta lackmaterial ska undersökas och besiktning av utsatta målningsprov kommer att ske under höstens lopp. Likaså skall troligen det material beträffande gasolflaskornas ytbehandling, som samlats, bearbetas till hösten.

Statens Provningsanstalt besiktigade i våras 1947- och 1950-års roststationer i omgivningarna kring Kvarntorp. Resultaten ha sammanställts på en karta, 2 x 2 meter, på vilken avrostningsvärdena samt prov på rund- och taggtråd jämte vinddiagram inlagts. Man har nu en god bild av rostskadornas utbredning och storlek under de gångna sju åren.

#### V. Avloppsvattnet.

Avloppsvattnets kvalitet har tyvärr under det gångna året icke varit fullt så bra som under de senare åren, i synnerhet med avseende på järn- och fenolhalt. Järnhalten har långa tider legat över 2 mg/liter, vilket är den halt, vi lovat Vattendomstolens sakkunniga att icke överskrida. Orsaken härtill är relativt hög halt av 2-värt järn, igensättningar av reningsdammarna och svårigheter i kalkdoseringen, varigenom vattnets pH tidtals varit för lågt. Luftinblåsning vid kalkdoseringen och även i syrsättningsdammarna har ju tidigare diskuterats och skall nu installeras. Kalkning skall ske med torrsläckt kalk och om dammarna hållas väl rensade för slam torde vattnets goda kvalitet kunna återställas. Vi måste räkna

med att vattnet från gruvan måste separat omhändertagas och kalkas upp, innan det skickas ut i bäcken. För denna anordning är det också planerat. Den tidtals för höga fenolhalten beror på att vissa svårigheter förelegat med utspolningen av vattnet på askhögen.

VI. Aktuella problem för det kommande året.

Till de större problem, som under det kommande året skola bearbetas, höra den nya bensinraffineringen, som torde kunna föras så långt, att en halvstor eller kanske rent utav en stor anläggning kan planeras och projekteras, rökgasreningen, som kommer att slutföras i den under uppförande varande halvstora laboratorieanläggningen, stybbpyrolysen och stybbförbränningen i fluidiserat tillstånd och gasbrännareförsöken på Ljungströms-fältet samt tjärsandsförsöken i Californien.

Byggnadskalk-, cement- och murtegelproblemen böra ha lösts eller vara nära sin lösning. Detta gäller också impregneringsolja samt vår eldningsolja nr 2. Driftsforskningen och metodikundersökningarna beträffande nya analysmetoder komma att fortsättas och eventuellt, om personalstyrkan räcker till, att utvidgas.

Närkes Kvarntorp 1 augusti 1954

*B. Schjerveberg*

SVENSKA SKIFFEROLJE A.B.
CENTRALARKIVET
A 512:7

# Redogörelse

Över verksamheten vid Svenska Skifferolje Aktiebolagets laboratorium

i Kvarntorp 1/7 1954 - 30/6 1955.

# Innehållsförteckning

	Sid.
I. Inledning .....	1
II. Skiffer- och askproblem .....	1
1. Utländska skiffrar .....	1
a) <u>New Brunswick-skiffer</u> .....	1
b) Tjårsand .....	1
2. Diverse undersökningar .....	2
a) Pyrolys av stybb i fluidiserat tillstånd ...	2
b) Undersökningar i experimentugnen .....	3
c) Skifferförsörjningen och siktningsförsök ...	5
d) Provbörningar på <u>Ljungströms-fältet</u> och söder därom .....	6
3. Byggnads- och vägmateriel .....	8
a) Byggnadskalk .....	8
b) Mursten .....	9
c) Skiffercementbetong .....	9
d) Gasbetong, skumbetong .....	16
e) Expansion av skiffer, koks och aska vid glödgning .....	16
f) Vägbeläggningssmateriel .....	17
III. Oljeproblem .....	18
1. Impregneringsolja .....	18
2. Bensinraffinering .....	20
3. Den tunga oljan .....	22
4. Eldningsolja II .....	24
IV. Gasproblem .....	25
1. Syreborttagning och svavelkonvertering .....	25
2. Rökgaserna .....	25
a) Rening av rökgaserna .....	25
b) Luftföroreningar i <u>Kvarntorps omgivning</u> ar...	26
c) Korrosion och rostning .....	31
V. Avloppsvattnet .....	31
VI. Uppgifter av rent analytisk natur .....	33
VII. Bibliotekstjänsten .....	33
VIII. Aktuella problem för det kommande året. ....	34

## I. Inledning.

Laboratoriets personalstyrka har varit oförändrad sedan föregående budgetår. Enär uppgifterna för driftslaboratoriet kraftigt ökat och när Avox-, Girdler- och ammoniakanläggningarna komma i drift måste man nog räkna med en personalökning även om lokalfrågan då blir besvärlig. Fluidiseringsförsöken, bensinraffineringen, rökgasreningen och byggnadsmaterialfrågan äro de större problem, som fortfarande äro under behandling. De komma under löpande år eventuellt att slutföras i den skala, i vilken de nu drivas.

## II. Skiffer- och askproblem.

### 1. Utländska skifferar.

#### a) New Brunswick-skiffer.

Ett prov på skiffer från New Brunswick i Canada, nedkrossat till 5 à 10 mm, gav vid analys följande resultat:

C totalt	10,9 vikts-%
C som karbonat	2,7 "
H	1,3 "
S	0,4 "
Värmevärde	970 kcal/kg

En Fischer-analys gav:

5,8 vikts %	olja
2,0 "	gas (21 Nm <sup>3</sup> /t skiffer, värmev. 3900 kcal/Nm <sup>3</sup> )
91,0 "	koks (värmevärde 330 kcal/kg)

Skiffern måste betraktas som lågvärdig, enär varken ånga eller biprodukter kunna utvinnas.

#### b) Tjärsand.

Ett mindre prov av tjärsand från Santa Cruz, Californien, har undersökts i Kvarntorp. Sanden liknar den från Alberta men är "magrare"

än denna. Den ger dock tillräckligt med olja, så att de försök, som nu pågå som fältförsök i Santa Cruz äro väl motiverade. Oljeutbytet i procent av tjäran var för Santa Cruz-provet 63 % och för Alberta-provet 62 %. Motsvarande gasutbyten var 10 resp. 7 %. För Kvarntorp-skiffern är dessa värden räknade på kerogenet ca. 20-25 % för olja och ca. 18-19 % för gas. Fischer-pyrolysen gav följande resultat:

Vatten,	vikts %	0,7
Olja	"	8,2
Gas	"	1,3 (13,5 Nm <sup>3</sup> /t sand)
Koks	"	89,8

Enligt litteraturen kan man för Santa Cruz-förekomsten icke räkna med denna oljehalt utan med ca. 10-20 % lägre.

Den erhållna oljan har spec.vikten 0,895, pour point = - 10°C, S-halten 2,40 % och bensinhalten 17,5 %. Gasen har hög halt av metan och ca. 10 % gasol.

De år 1953 startade försöken med gasbrännare för uppvärmning av skiffern in situ ha fortsatts och vissa förbättringar ha genomförts. De provas nu i fältförsök på tjärsanden i Californien och erfarenheterna därifrån få bli avgörande, när det gäller dimensioneringen, stälkvaliteten och verkningsgraden.

## 2a. Diverse undersökningar

### a) Pyrolys av stybb i fluidiserat tillstånd.

De förra året påbörjade fluidiseringsförsöken ha fortsatts. Det är i första hand pyrolysförsöken, som drivits. Det har därvid konstaterats, att kornstorleken helt naturligt spelar en stor roll. Kornen 1-2 mm gav under samma pyrolysbetingelser lägre utbyten än kornen 0,5-1 mm.

Vid en reaktortemperatur cirka  $100^{\circ}$  högre vid de grövre kornen erhålles samma utbyte som vid de finare. Eftersom korta uppehållstider eftersträvas får man nog räkna med en minimitemperatur på cirka  $500^{\circ}$ . Oljeutbytet stiger emellertid med uppehållstiden i reaktorn och med temperaturen till åtminstone  $550^{\circ}$ . Det har varit möjligt att nå höga oljeutbyten upp till 125 å 130 % av vad en standardanalys ger. Oljeutbytet stiger också med lägre bäddhöjd. Även utbytet av gasformiga produkter stiger med reaktortemperaturen och med uppehållstiden.

Frågan om vilka betingelser, som ge optimala utbyten, kan ej helt besvaras förrän hittills utförda försök kompletterats med förbränning av koksen i fluidiserat tillstånd.

Produktion per enhet bäddvolym och frågan om lämpliga uppehållstider är starkt beroende av sättet för värmeförsärl och av apparatrens utformning.

Då det gäller omhändertagandet av den stybb, som faller i Kverntorp, kan en säker uppskattning av investerings- och driftskostnaderna erhållas först när ovanstående frågor avgjorts.

#### b) Undersökning i experimentugnen.

Undersökningen över sambandet mellan korngraderingen och produktionsresultatet är nu avslutad. Skiffer, som siktats med undre gränsen varierande mellan 7 och 1,5 mm och övre gränsen mellan 27 och 17,5 mm, har pyrolyserats i experimentugnen. Vid försöken har även skiffergenomsättningen i ugnen varierats.

Det har av försöken framgått, att undre siktgränsen skall vara 5 mm och övre omkring 25 mm. Den ideala siktanalysen för Kvarntorp ugnarna bör vara

0,0 %	> 25 mm
4 %	20-25 mm
23 %	15-20 mm
37 %	10-15 mm
33 %	5-10 mm
≤ 3 %	< 5 mm

Tyngdpunkten ligger således inom fraktionen 5-15 mm.



Med en sådan skiffer har erhållits goda såväl olje- och gas- som ångutbyten. Vid en belastning av 180 kg/h och fack erhålles den största produktmängden per tidsenhet.

Med avseende på skifferkvaliteten har gods från Symonskrossen och från hammarkrossen samt direktgods undersökts. Undersökningen ger vid handen att Symonsgodset icke är mindre lämpat för pyrolys i Kvarntorp-ugnarna än godset från hammarkrossen eller direktgodset, kanske snarare något bättre.

En tryckbalansberäkning för en retort ger vid handen, att det i pyrolysgasen förekommande syret kommer från luft, som sugs in i sugröret från retortens övre ända. Ett försök i experimentugnen ger stöd för denna uppfattning. För att förhindra luft att komma in i pyrolysgasen eller minska denna mängd, kan man förlänga sugröret eller eventuellt blåsa in ånga i retortens övre del.

Försöken i experimentugnen ha givit vid handen, att utbytet i Kvarntorpugnarna bör kunna höjas med cirka 10 %. Det utbyte, som då skulle erhållas är dock lägre än det som erhålles i Rockesholmsugnen. Detta kan möjligen förklaras med att värmetransporten inuti retorten är den bestämmande faktorn och att värmeledningen i skifferbiten är av mindre betydelse. Skiffern uppvärms då snabbare i Rockesholmsretorten och befinner sig längre tid vid högre temperatur än i Kvarntorp-retorten. En förbättring av värmetillförseln bör eftersträvas.

Genom torkning och förvärmning av skiffern har konstaterats att man i Kvarntorpugnarna kan erhålla ett bättre procentuellt utbyte, men försöken äro för få för att ett direkt kvantitativt mått på förbättringen skall kunna angivas.

Försök att genom rökgasåterföring minska syrehalten i rökgaserna och öka svaveldioxidhalten ha utförts, men den effekt, som uppnåts i detta avseende, har hittills varit liten.

I rökgaserna finns normalt en del oförbrända kolväten. Orienterande försök ha utförts att minska denna halt av kolväten genom att tillföra sekundärluft ovanför koksbedden. Då stora variationer kunna föreligga äro de hittills erhållna resultaten för få för att ett säkert uttalande skall kunna göras.

I experimentugnen har också utförts försök med pyrolysa av under 7 1/2 månader inomhus och utomhus lagrad skiffer av Symonsgods.

Orsaken till att denna undersökning utfördes var den, att misstankar framförts, att i gruvan upplagrad skiffer skulle ge mindre olja än färsk skiffer. Undersökningen har givit vid handen, att Fischer-oljehalten i den inomhus lagrade skiffern hade minskat med cirka 10 %, medan halten kan anses oförändrad i den utomhuslagrade. Detta förefaller något märkligt med tanke på att den inomhuslagrade skiffern hade förvarats utan luftväxling, medan för den utomhuslagrade genomluftning varit möjlig. De vid pyrolysen erhållna procentuella utbytena voro oförändrade. En mycket svag vittring av den utomhuslagrade skiffern kunde konstateras. Det tidvis i gruvan upplagrade sprängda skiffergodset kan således knappast ha undergått en sådan förändring, att ett sämre produktionsresultat kan tillskrivas upplagringen.

c) Skifferförsörjningen och siktningsförsök.

Försöken i experimentugnen ha lett till att den lämpligaste gods-sorteringen till Kvarntorpugnarna har angivits. Förutsättningarna för att detta gods skall kunna framställas ha undersökts. Det har därvid visat sig, att framställningen av lämpligt gods till stor del är beroende av belastningsförhållandena vid krossar och siktar. Det förefaller

sen om det vore möjligt att sänka maximibelastningen på Symons-krossen och därmed utjämna variationerna i graderingen. Det skulle också vara tacknömligt, om viss provtagningsapparat kunde anskaffas.

Ett antal lånade provsiktare ha undersökts. Sikt försök med varierende belastning och olika fuktighetsgrad på skiffern ha studerats. Vissa rekommendationer ha kunnat göras.

d) Provboringar på Ljungströmsfältet och från området söder därför.

Vid Ljungströmsfältet utföras probborningar med jämna mellanrum och på erhållna borrhörneprover ha analyser utförts. Som en sammanfattning av dessa kan för Norrtorpsområdet följande data angivas:

Tabell 1.

	Underlager (rik skiffer)	Överlager (fattig skiffer)	Underlager + Överlager
Avstånd från skiffer- lären, m	1,55-9,55	9,80-16,70	1,55-16,70
<u>Fischer-analys:</u>			
Fyreljssvatten, vikts %	1,7	1,9	1,8
Olja, "	6,3	4,4	5,5
Gas, "	4,8	4,4	4,6
Koks, "	87,2	89,3	88,1
Olja, vikts % av kerogen	27	20	24
Gas, " " "	20	20,5	20
Oljagaz, " "	47	40,5	44
Spec.vikt av skiffer g/cm <sup>3</sup>	2,12	2,19	2,15

	Underlager (rik skiffer)	Överlager (fattig skiffer)	Underlager + Överlager
Glödningsförlust, vikts%	29	26,5	28
Kerogenhalt "	24	21,5	23
Värmevärde av skiffer, kcal/kg	2200	2000	2100
Värmevärde av kerogen kcal/kg skiffer	2000	1800	1900
kcal/kg kerogen	8350	8350	8350
Elementaranalys av skif- fer,			
C, vikts %	18,4	16,8	17,6
H, "	2,2	1,9	2,05
S, "	6,9	7,0	7,0
Elementaranalys av kerogen			
C, vikts %	75	73	74
H, "	8	8	8
S, "	2	2	2
C+H+S	85	83	84
H/C, atom/atom	1,30	1,24	1,29

I skifferns kol- och vätehalter är karbonatkolet och vätet från silikatvattnet medräknade.

Tidigare har angivits följande kerogensammansättning: 67,5 % C, 7,4 % H, 0,9 % N, 7,2 % S och 17,0 % O med ett värmevärde av 7000 kcal per kg kerogen. Dessa värden utom svavelhalten är som synes lägre än ovanstående.

För att helt kunna fastställa skifferns olika data fordras emellertid fullständiga analyser av ett större antal prover.

Av analyser på ett tiotal borrhärdar från Munslett-området söder om Norrtorp kan för detta område som medelanalys för hela skifferlagret angivas:

1,5	vikts- %	pyrolysvatten
5,6	"	olja
4,6	"	gas ( $42 \text{ Nm}^3/\text{t}$ skiffer)
88,3	"	koks

Det är sålunda samma oljehalt som i Norrtorpsområdet.

### 3. Byggnads- och vägmaterial.

#### a) Byggnadskalk.

Produktionen av byggnadskalk ("Kraftkalk") är nu uppe i 60 ton/dag (2 skift), och laboratoriets uppgift under det gångna året har varit att ytterligare försöka höja kalkens kvalitet. Ett tiotal olika luftinträdningsmedel ha undersökts, varvid ett par tre stycken ha visat sig särskilt lämpade. Kraftkalkens beteende vid aktivering har också studerats. Det har därvid visat sig, att aktivering nedbringar lufthalten snabbt, varigenom bruket icke blir frostbeständigt. Med avseende på inblandning av cement eller gips, så förhåller sig Kraftkalken liksom vilken annan kalk som helst. Inga störningar ha konstaterats. Kraftkalkens lagringsbeständighet är enastående, då en förvaring över ett år vid  $18-20^\circ$  och 40 % relativ fuktighet snarare förbättrar egenskaperna.

Kungl. Byggnadsstyrelsen och Statens Provningssamtal ha verifierat Kraftkalkens goda egenskaper. En större undersökning pågår vid Chalmers tekniska högskola under prof. Granholms ledning.

b) Mursten.

Stenförsöcken ha fortsatts och därvid har fastställts, att av fullständigt utbränd aska, osläckt kalk och vissa kemikalier kan genom vibrering av massan (24 % vatten) och slutlig svag pressning samt ångbehandling framställas en frost- och volymbeständig sten med en hållfasthet av 250-300 kg/cm<sup>2</sup>. Färgen blir dock skär, men lämplig färgning av massan kan göras. Enär en anläggning av ovannämmt slag har låg kapacitet har försök med torrpessning (8 % vatten) gjorts i Tyskland hos två olika firmor. Härvid kan en med avseende på hållfasthet och utseende godkänd sten tillverkas, men den blir icke frostbeständig. Den ena tyska firman försökte pressa en hålstén, men både dess hållfasthet och utseende var dåligt.

Enligt utsago från ett av vårt lands största tegelbruk är tillverkning av mellanväggsplattor det mest lönande. Möjligheten att av utbränd aska eller ugnaska och kalk strängpressa sådana plattor håller för närvarande på att undersökas. Även tillverkning av sten genom strängpressning skall undersökas. Avgörande för resultatet är massans plasticitet. Pressförsöken skola utföras vid försökstegelbruket i Svedala.

c) Skiffercementbetong.

I tidigare årsredogörelser har redovisats för de undersökningar, som utförts på cement försatt med 20 % finmald skifferaska. Det har därvid konstaterats, att skiffercementet i alla avseende fyller fordringarna för standardportlandcement.

Skiffercementets användbarhet för betonggjutningar har dels utförts på laboratoriet, dels på Statens Provningsanstalt i Stockholm och på Statspröveanstalten i Köpenhamn. Resultatet av dessa undersökningar kan sammanfattas så, att betong beredd av skiffercement och betong beredd av standardcement med samma cementhalt i kg/m<sup>3</sup> och samma konsistens ha efter 28 dygns lagring samma hållfasthet (tabell 2), samma vattentäthet och ungefär samma krympning vid uttorkning, medan efter 90 dygns lagring skiffercementbetongens hållfasthet är cirka 9 % högre. Vattenhalten vid

beredningen av denna senare cement blir något högre och blödnings-  
hastigheten hos den färska betongen något större.

Tabell 2.

Cementsort	Cementhalt kg/m <sup>3</sup>	Tryckhållfasthet kg/cm <sup>2</sup> efter 90 dygn
St. Portland	397(0.46)	443
"	300(0.59)	362
"	196(0.94)	167
Skiffer	396(0.47)	484
"	301(0.62)	381
"	196(0.96)	188

Siffrorna inom parentes ange vattencementtalet.

För bestämning av betongens frostbeständighet väger Statens  
Provningsanstalt avflagningsarna efter ett visst antal nedfrysningar  
av provkroppar, vilka förvarats under vatten. Vid Statspröveanstalten  
bestämmer ljudhastigheten hos provkroppar, som förvarats i fuktig luft  
och nedfrysats i denna. För att få ett snabbt resultat bestäms,  
att betongen skulle ha ett så högt vattencementtal som 0,7 d.v.s. endast  
cirka 250 kg cement per m<sup>3</sup>, sålunda en svag betong.

Statspröveanstalten förklarar, att de undersökta provkropparna av  
skiffercementbetong är frostbeständiga, men att hållfastheten möjligen  
minskat något efter 25 nedfrysningar. Materialet är dock för litet för  
att en säker slutsats skall kunna dragas. Ännu efter 130-180 nedfrysningar  
är ljudhastigheten oförändrad, vilket bevisar, att någon sprickbildning  
försäkrad av nedfrysning icke förekommer i provkropparna. Undersökningen  
fullföljes, tills 300 nedfrysningar företagits.

För att öka frostbeständigheten brukar tillsättas medel, exempelvis darax eller bergopon, som medföra, att lufthalten i betongen ökar. Samtidigt minskar hållfastheten något. Sådana undersökningar ha också gjorts i Köpenhamn, men tyvärr lades undersökningen upp så, att resultatet icke är entydigt. Undersökningen kompletteras nu på sådant sätt, att inga invändningar skall kunna göras från cementhåll. Det föreligger ingen tvekan om resultatet. Betongen är frostbeständig, trots att vattencementtalet är så högt som 0,7, när nedfrysningen utföres i fuktig luft. Då detta är standardmetoden för bestämning av frostbeständigheten har det ansetts lämpligt att undersökningen fullföljes. Enär resultatet hittills varit så uppmuntrande har det ansetts onödigt, att utföra liknande undersökningar av betong med lägre vattencementtal.

Även på Statens Provningsanstalt har en serie varit i gång, vid vilken betongprismor nedfrusits i fuktig luft. Efter 200 nedfrysningar uppvisade dessa prismor inga synliga sprickbildningar eller avflagningar. Betongens vattencementtal var i detta fall också 0,7.

För att accelerera en eventuell skadeverkan av frost har Statens Provningsanstalt, som tidigare nämnts, utfört såväl nedfrysningen som upptiningen under vatten. Detta är ett mycket hårt prov och det visade sig också, att skiffercementbetong med det höga vattencementtalet 0,7 icke motatad frostens inverkan. Efter tillsats av luftinträngningsmedel blev resultatet dock bättre.

Av diagram 1 framgår, att skiffercementbetong med vattencementtalen 0,5 och 0,6 ännu efter 200 nedfrysningar är lika frostbeständig som portlandcementbetong. Efter 300 nedfrysningar är resultatet dock avsevärdt, enär en kraftig försämring av någon anledning inträtt vid skiffercementkuberna med det lägsta vattencementtalet.



Strömkända provkroppar hade alla varit lagrade 28 dygn före nedfrysningen. Frostbeständigheten av kuber lagrade 90 dygn i luft blev väsentligt bättre och framgår av diagram 2.

Tryckhållfastheten har parallellt med frostbeständighetsundersökningen bestämts och framgår av diagram 3. Utan bergopontillsats förefaller det som om skiffercementbetongens hållfasthet skulle vara något lägre än standardbetongens, medan förhållandet tycks vara omvänt, när det gäller betong försatt med bergopon. Enligt uppgift användes luftinblandningsmedel normalt i sådan mängd att lufthalten i betongen är 4-6 % av betongvolymen.

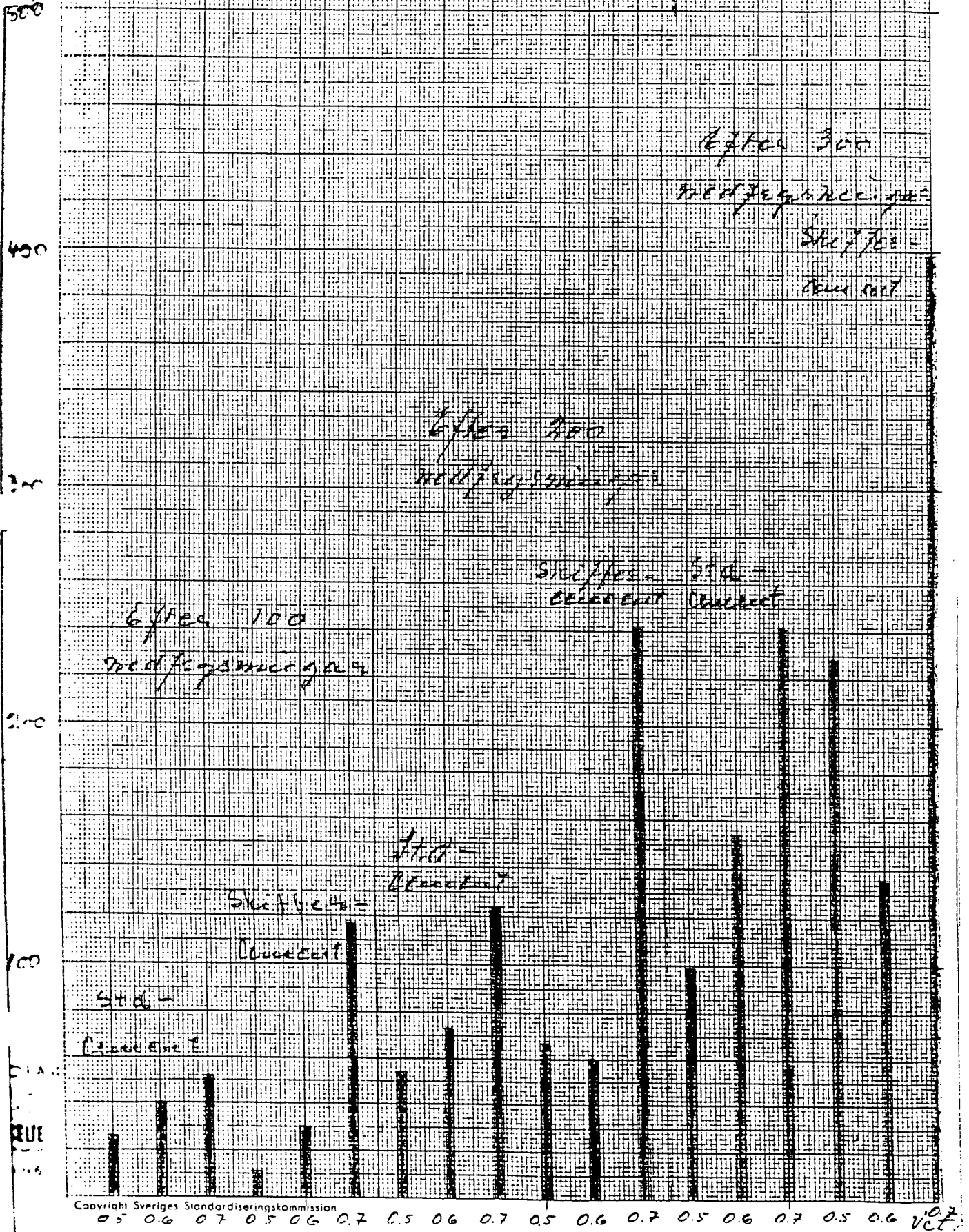
Cementfabriken i Aalborg lät för ca. 4 år sedan nedsätta skiffercementbetongbjälkar i strömande havsvatten utanför Aalborg. En visuall bedömning av de bjälkar, som under 42 månader varit till hälften nedsänkta i havsvatten, gav vid handen, att inga synliga skador förelåg. Av hållfasthetsbestämningarna framgick det, att de bjälkar, som förvarats i havsvatten till och med hade högre hållfasthet än de av samma kvalitet, som förvarats på land. Det är möjligt, att de senare tidvis varit utsatta för uttorkning. Cementfabriken i Aalborg anser, att resultatet av askinblandningen troligen hade blivit ännu bättre, om askan finmalts och icke blott inblandats i cementet.

För undersökning av korrosionsbenägenheten hos ingjuten armering i skiffercementbetong har tillverkats cylindriska provkroppar med vatten-cementtalet 0,5 och med bergopontillsats. I varje cylinder har ingjutits ett armeringsjärn till halva sin längd. Cylindrarna lagrades först i vatten, därefter under 90 dygn i fuktighetsmättad luft och förvaras för närvarande i luft med fina vattenpartiklar, varigenom provkropparna ständigt äro våta. Efter lämpliga tider kommer en provkropp att krossas, så att eventuell korrosion på den ingjutna armeringsdelen skall kunna granskas.

# Hastbeständigt, det ten

Diagram 1.

Avslutningen  
1911-1912



# Festbeständigheten

Diagram 2.

1) ~~igångsatt~~

i ~~gången~~

300

50

efter 100

medfrysning

efter 200

medfrysning

100

50

Std-  
Cement

Stålbets-  
Cement

Std-  
Cement

Stålbets-  
Cement

23 A 4  
8 mm

ELITE

46

Copyright Sveriges Standardiseringskommission

0.6 0.7 0.6 0.7

V0

Betongens  
hållfasthet

Diagram 3  
St: standardbetong  
Sk: skiffer "

åtgätsfästet

h mm

600

utan betongfyllnad

Vattenhalten

tal

0.5

400

0.6

200

0.7

10

20

30

40

50

60

70

80

90

days

Med betongfyllnad

600

Vattenhalten

0.5

400

0.6

0.7

323 A 4

mm

SELTE

46

200



Som sammanfattning av hittills utförda undersökningar kan anföras, att skiffercement i alla avseenden är fullt jämförbart med långsamt hårdnande portlandcement. Detta gäller också betong, tillverkad av dessa cementtyper.

Önskemål ha framförts att undersöka hållfastheten på skifferbetong redan en och tre dagar efter gjutningen. Denna skulle utföras på kuber, gjutna och förvarade vid  $0^{\circ}$ ,  $10^{\circ}$  resp.  $20^{\circ}$ . En sådan undersökning pågår.

d) Gasbetong, skumbetong.

Redan för många år sedan gjordes försök att av Kvarntorpaska och kalk tillverka gasbetong. En i alla avseenden fullt godtagbar produkt kunde icke framställas och då de personer, som voro engagerade i denna försöksverksamhet en efter en slutade, nedlades undersökningen. Denna har nu återupptagits och parallellt med gasbetongundersökningarna, vid vilka aluminium användes som uppblåsningsmedel, har också skumbildande ämnen provats. Som mål har satts en lättbetong med en vol.vikt på  $0,65 \text{ kg/dm}^3$  och en tryckhållfasthet på  $60 \text{ kg/cm}^2$ . Hittills ha dessa data icke uppnåtts. En nackdel är att produkten måste torkas före autoklaveringen. Snabbbindande medel undersöks och försöken fortsätta.

e) Expansion av skiffer, koks och aska vid glödning.

Enligt många's åsikt är enda möjligheten att nedbringa byggnadskostnaderna när det gäller stenhus att montera huset av på förhand fabriks-tillverkade delar. Dessa utgöres av gjutna block bestående av cement och ett lättbetongmaterial av klinkertyp, tillverkat av exempelvis skiffer eller skifferaska på följande sätt. Materialet krossas, sorteras, förvärmas till ca.  $800^{\circ}$  och uppvärmas därefter till närmare  $1300^{\circ}$ . Härvid expanderar skifferaskan, medan skiffern och skifferkoksen endast avger gas och olja, varvid ytan blir glasig, utan att kroppen expanderar. Askans expansion blir tyvärr endast tre å fyra gånger, vilket är alldeles för litet. Möjligen kan en expansion på fem gånger godkännas, men även denna är dålig, då man betänker, att vermiculitetens expansion vid upphettning till  $1200^{\circ}$  är ca. 15 gånger.

Genom inblandning i cement av en expanderad produkt skulle man få en huggperus klinker med låg volymvikt och relativt hög hållfasthet. Det är möjligt att större expansion skulle erhållas, om upphettning och expansion ägde rum i vacuum.

De i Kvarntorpsbrottet förefintliga lerorna skola också undersökas med avseende på deras expansion vid upphettning.

f) Vägbeläggingsmaterial.

Av Provningsanstalten utförda avnöttningsprov ha visat, att muresten av skifferaska och kalk endast uppvisar hälften så stor avnötning som exempelvis betong. Produkten är dessutom mera elastisk eller böjlig än betong, varför den för flera år sedan diskuterade tanken att använda materialet för vägbeläggning åter tagits upp till behandling. Hållfasthet, frost- och volymbeständighet äro också bra. Materialet skulle sålunda ersätta betongen i vägbeläggningen och inblandas på samma sätt som nu sker med betongen i vägläggningsskivorna. Problemet har icke kommit längre än att en provväg diskuterats. Vägdirektören i Örebro län är synnerligen intresserad av problemet och vi komma att diskutera detta med honom under september månad, så att en provväg kanhända kan hinna läggas ut, innan frosten sätter in. På provbanan skall sedan avnötningen, frostbeständigheten, halkan etc. studeras.

Det är mycket troligt, att materialet kan få betydelse vid flygfältsbyggen, varför kontakt tagits med Flygfältsbyrån, som har intresse av att lägga en provbana. Materialets temperaturbeständighet är av stor betydelse, enär man har att räkna med inverkan av de heta avgaserna från roplanen.

### III. Oljeproblem.

#### 1. Impregneringsolja.

I förra årsredogörelsen meddelades, att d n tidigare tillverkade impregneringsolja i Kvarntorp var underlägsen vanlig kreosotolja med avseende på oljornas fungicida egenskaper, när aktiviteten mot Lentinus lepideus bestämdes enligt den s.k. agarmetoden.

Undersökningen enligt denna metod tillgår så, att oljornas aktivitet mot svampen bestämmas medelst ett näringssubstrat försett med varierande mängder impregneringsolja, varvid kan konstateras, när svampmycelet hämmas. Ju lägre halt av olja som behövs för detta ändamål, desto bättre är oljan. Man kan också iakttaga när svampmycelet dödas, vilket sker vid något högre oljehalt än där hämningen sätter in.

Sambandet mellan procenthalten fenol i oljan och dennas fungicida egenskaper framgår av nedanstående tabell.

Tabell 3.

Fenolhalt i oljen	Hämmningsgräns	Dödande gräns
<u>Kvarntorpolja 1 %</u>	> 2,5 % olja	> 2,5 % olja
" 3 %	2,5 % "	> 2,5 % "
" 4,5 %	1,5 % "	2,0 % "
" 6,5 %	1,25 % "	2,0 % "
" 9 %	0,50-0,75 % "	1,75 % "
Tysk kreosot(ca. 6 %)	0,75 % "	1,25 % "
Fransk kreosot	0,1 % "	0,15 % "

Den franska kresotoljan är således klart överlägsen de andra oljorna och först när fenolhalten i Kvarntorpsoljan är så hög som 9 % blir den av ungefär samma kvalitet som den tyska.

Kvarntorpsoljan håller i sig själv endast omkring 1 % fenoler.

Den högre halten fenoler här ovan har åstadkommits genom tillsats av fenol eller fenoler utvunna ur generatortjärror. Det förefaller som om högre fenoler äro mera verksamma än lägre. Tjärorna ha varit från Höganäs-Billesholms AB, Ifö-verken, Hälsjöfors och Imatra i Finland. Halten fenoler i dessa tjärror är 15-20 %. Tanken var att blanda dessa tjärror direkt med Kvarntorpsoljan, men då måste först tjärvattnet avskiljas, vilket i och för sig var en besvärlig, ja ibland omöjlig procedur. Tjärorna voro dessutom ojämna till kvalitet och åstadkommo ibland utfällningar i Kvarntorpsoljan. Det visade sig också omöjligt att på ett enkelt sätt utextrahera fenolerna, varför en annan väg beträddes.

Det är känt att klorerade fenoler har kraftigt fungicida egenskaper. Detta framgår också av tabell 4.

Tabell 4.

Fenolhalt i oljan	Hämmningsgräns	Dödande gräns
2,8 % härav 1,5 % triklorfenol	0,125 % olja	1,0 % olja
4,5 % " 3 % "	0,025 " "	1,0 " "
6,4 % " 5 % "	<0,025 " "	0,5 " "
2,4 % " 1 % pentaklorfenol	ovarsam	
4 % " 3 % "	0,125 % olja	0,5 " "
5,4 % " 4,5 % "	0,075 % "	0,075 " "
Tysk kresotolja "	0,75 % "	1,25 " "
Fransk " "	0,10 % "	0,10 " "



Cirka 1 % triklorfenol skulle sålunda vara tillräckligt för att få en impregneringsolja i klass med den tyska, men enligt de skandinaviska bestämmelserna skall en godkänd impregneringsolja hålla 5 - 9 % fenoler. En ytterligare tillsats av även billigare fenoler för att komma upp till minimum 5 % skulle till följd av triklorfenolens höga pris fördyra oljan, så att affären blir mindre lockande.

Försök att klorera Kvarntorps impregneringsolja utföll icke väl, enär även vid försiktig och mild klorering halvfasta, sega produkter utföll i oljan. Kloren reagerar icke endast med fenolerna utan kanske till största delen med de omättade kolvätena. Risken för kolavskiljning är också stor. Råfenolerna utvunna vid bensinraffineringen klorerades. Härvid bildades mycket illaluktande föreningar samtidigt med att den klorerade produkten blev fast. Tyvärr visade det sig, att lösligheten av denna var synnerligen dålig i impregneringsoljan. Sega mörka utfällningar uppträdde.

Även kloreringsförsök med generatortjära från Höganäs misslyckades, så till vida att tjäran blev mycket trögflytande och dess löslighet i oljan minskades avsevärt. Fenolerna utextraherades då ur tjäran och klorerades, tills 5 vikts- % klor hade upptagits. Den så erhållna produkten sattes till vår olja i sådan mängd att oljans totala fenolhalt blev 5 %. Denna oljas fungicida egenskaper håller nu på att undersökas.

## 2. Bensinraffinering.

En mild hydrering av skifferråbensin ger ett högt utbyte (99 %) av en fullständigt svavelfri bensin med lågt oktantal. Det har icke varit möjligt att finna en selektiv katalysator som endast hydrerar svavelföreningarna och icke olefinerna. Kravet på bensinens oktantal ökar

för varje år, varför en reformering av bensinen blir nödvändig. Bensinraffineringen måste göras i två steg, först en katalytisk hydrering vid låg temperatur och därefter en katalytisk reformering vid avsevärt högre temperatur. Under de senare åren ha nya katalysatorer kommit till användning, som ge höga oktantal men ändå minimal koks bildning.

De första reformeringsförsöken med hydrerad bensin ha givit nedanstående utbyten och oktantal.

Tabell 5.

Bensin	Utbyten i vikts %			Oktantal (R)0.06 % Pb(Et) <sub>4</sub>	Katalysator
	Gasol	Gas+förlust	Koks		
94	2,5	3,5	0,02	85,5	Pt
93,5	3	3,5	0,02	89,5	"
92	5,5	2,4	0,02	91,0	"
92	5,5	2,0	0,2	91,0	CoMoAl
80	10	10	0,25	96,5	"

Vid ovanstående försök har hela bensinfraktionen reformerats. Bättre utbyten torde erhållas, om den lättare fraktionen avdestilleras före reformeringen. Försök pågå att hitta en katalysator, som dehydrerar naffener och cykliserar paraffiner.

Vid en spektrometrisk undersökning av produkten har det visat sig, att bensinens sammansättningen är oberoende av om man använder platina- eller CoMoAl-katalysator. Fördelen med platina skulle vara, att man undviker koks bildning och att man därigenom skulle komma från den periodiska renbränningen av katalysatorn.

Samarbete med Lurgi i raffineringssfrågan fortsätter och har utvidgats att gälla BASE, när det gäller katalysatorn. Långtidsförsök skola utföras. De äro nödvändiga för att man skall kunna bedöma katalysatorernas livslängd. Erfarenheter från raffinering av andra produkter måste bedömas med en viss försiktighet, då skifferbensinen ju skiljer sig från andra bensiner, bensol etc.

### 3. Den tunga oljan.

Eldningsolja III har vakuumdestillerats vid cirka 1 mm. Destillationsskurvan omräknad till normalt tryck framgår av diagram 4.

Olika restfraktioner över  $375^{\circ}$  har uttagits och undersökts på deras användbarhet som vägasfalt. Tyvärr kan icke vägasfalt i egentlig mening erhållas. Halten asfaltener är för låg. Produkten är spröd och stora variationer förefinnas i dess egenskaper.

För att om möjligt få en bättre produkt genom polymerisation eller kondensation blåstes oljan med luft vid cirka  $200^{\circ}$ . Produkten blev emellertid fortfarande för spröd. Vid diskussion med Statens Våginstitut framgick, att där fanns ett mycket större intresse för oljans användning direkt som vägtjära och som dammbindningsmedel. Prov pågår för närvarande på Våginstitutet.

De vid asfaltförsöken erhållna destillaten ha omdestillerats och uppfraktionerats i fyra fraktioner,  $200-250^{\circ}$ ,  $250-300^{\circ}$ ,  $300-350^{\circ}$  och  $350-400^{\circ}$ , vilka därefter hydrerats vid 15 atü och  $375^{\circ}$  över Co-Mo-Al-katalysator.

Svavel- och syreföreningarna avlägsnas genom hydrering, medan kväveföreningarna äro mera motståndskraftiga och till allra största delen förbli intakta. Aromathalten i samtliga fraktioner uppgår trots hydreringen till cirka 40 %, varför cetantalet icke blir högre än cirka 30, vilket gör, att fraktionerna icke äro användbara som diesel- eller reasbränslen och knappast heller som förstklassiga eldningsoljor I och II. Extraktion eller kraftig hydrering är naturligtvis möjlig men torde ställa sig för dyrbart.

Det ligger därför nära till hands att använda fraktionerna, där deras speciella kemiska sammansättning utnyttjas. Prov har därför sändts till Kungl. Lantbrukshögskolan och Svenska AB Philips för att undersöka deras lämplighet som lösningsmedel för ogräsbekämpningsmedel.

Destillationskurva  
for Co III

Diagram 4

400°

300°

5523 A 4

1 x 1 mm



44 46

200°

Copyright Syngenta Standard Commission 30% 40% 50% 60% 70% 80% Destillat

Om en framställning av högvärdiga produkter ur de lägre fraktionerna blir möjlig och restprodukten icke duger som vägasfalt eller annat ändamål, fordras att den skall kunna användas som eldningsolja IV. Om 40 % avdestilleras får restoljan en lägsta flytttemperatur på  $+ 6^{\circ}$ .

#### 4. Eldningsolja II.

Lagringsbeständigheten hos Eo II och Eo III har visat sig mindre god. Så t.ex. ökar asfalthalten under 2 års lagring i Eo II från 0,05 till 0,55 % och i Eo III från 0,60 till 1,60 %. Motsvarande siffror för Essos Eo II och III är 0 resp. 2,4 till 3,2. Även kokshalten ökar med tiden, mest för Kvarntorps Eo II.

Avsättningarna uppvisa hög halt av kväva, syre och svavel, varför man har anledning förmoda, att det är svavel- och kväveföreningarna i oljan, som är orsaken till den sämre lagringsbeständigheten. En tvättning med 10 %-ig svavelsyra avlägsnar ur Eo II cirka 40 % av oljans kväva, medan effekten av en lutbehandling analytiskt icke kan påvisas.

Emellertid har under årets lopp ett större parti Eo II tvättats med lut, och erfarenheterna har visat, att oljan har förbrännings-tekniskt förbättrats. Ett antal provaggregat har varit i gång, men resultaten av undersökningen ha ännu icke bearbetats.

Mina egna erfarenheter av den alkalitvättade oljan i ett oljeaggregat på en  $4,5 \text{ m}^2$  panna kan sammanfattas så att om belastningen på pannan är så hög, att aggregatet endast då och då slår ifrån fungerar det hela, bortsett från kraftigare sotbildning än på Eo I, utan störningar, men om aggregatet sällan är i drift koksar gärna oljan i munstycket. Filtren måste rengöras efter förbränning av cirka  $2 \text{ m}^3$  olja. Oljeflaman är ganska lång och luftbehovet stort. Ju mindre munstycke man kan ha desto bättre och lugnare förbränning erhålls.

#### IV. Gasproblem t.

##### 1. Syreborttagning och svavelkonvertering.

För syreborttagningen ur rågasen har provats en rad katalysatorer. En blandning av kobolt-, molybden- och aluminiumoxider ger utan tvekan den bästa katalysatorn. Förutom hög hållfasthet och hög kemisk aktivitet fordras stor prodiameter. Den mest aktiva katalysatorn erhålles vid en sammansättning motsvarande atomförhållandet  $(Co + Mo) : Al = 2:5$  eller  $2:10$ . En katalysator med lägre halt  $Co + Mo$  är icke användbar. Försöken äro tills vidare slutförda, men sedan Avox-anläggningen kommit i drift skall apparaturen åter uppsättas för utprovning av eventuellt nya katalysatorer.

Svavelkonverteringen har närmare studerats, varvid det visat sig att den tidsbestämmande reaktionen är spaltningen av merkaptanerna. Den bästa katalysatorn för detta ändamål har en blandning av järn-, krom- och aluminiumoxider visat sig vara. Denna är användbar i befintlig Girdler-anläggning. Man torde våga räkna med en merkaptanhalt i spaltgasen av under  $0,1 \text{ g/m}^3$ . Även dessa försök äro avslutade men skola återupptagas, när Avox-anläggningen kommit i drift.

##### 2. Rökgaserna.

###### a) Rening av rökgaserna.

Den halvstora anläggningen ( $35 \text{ Nm}^3$  rökgas/h) har under vinteren och vårens lopp monterats och körts i gång. Det från Sv.Fläktfabriken lånade elektrofiltret för stoftavskiljning fungerar numera bra. I den stoftrenade gasen har icke något stoft kunnat påvisas.

Vid tvättning med  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  har åstadkommits 98 %:s rening och räknat på ingående  $\text{SO}_2$ -mängd har sulfid endast oxiderats till 1,4 %. Denna låga oxidation erhålles genom tillsats av inhibitorer. Automatisering av föreböksanläggningen pågår nu, så att man kan köra densamma en längre

tid med endast en man per skift. Dessutom inmonteras en större kylmaskin, varigenom en lägre absorptionstemperatur kan åstadkommas och därmed också antagligen en ytterligare minskad oxidation. Förlusten av ammoniak kan därigenom också hållas vid ett minimum.

Som redan i förra årsredogörelsen meddelades undersökes också en adsorptionssnod, nämligen adsorption på silikagel. Det visade sig att i en bädd av 1 m silikagel avtog adsorptionsförmågan redan efter 500 adsorptioner, trots att den passerade rükgasen ansågs vara helt befriad från stoft och tjära före inträdet i bädden. Denna hade under försökens gång mörkfärgats. En ytterligare rening är sålunda nödvändig och försök härför planeras. Desorptionen har skett med 180°-ig luft. Vid de utförda försöken har det framgått, att SO<sub>2</sub>-halten i rükgasen är ganska variabel, vilket naturligtvis påverkar adsorptionsförmågan.

Ovannämnda adsorptionsförsök komma att utföras med brunkolskoks i stället för med silikagel.

#### b) Luftföroreningar i Kvarntorps omgivningar.

Ett mått på halten SO<sub>2</sub> i atmosfären får man med hjälp av de s.k. lidesegangklockorna, vilka placerats ut var fjortonde dag och stått ute 100 timmar på ett antal platser omkring Kvarntorp. Läget av dessa platser och deras avstånd från Kvarntorp framgår av diagram 6. I tabell 6 har angivits medel- och max-halterna svavel i mg per 100 tim. Som synes har året indelats i tre perioder, aug.-nov. = hösten, dec.-mars = vintern och april - juli = sommaren.

De båda senaste åren ha varit varandra ganska lika. Kvarntorp, bostadsområdet och Hynneberg uppvisa de högsta halterna. Hjortsberga, 4,5 km SW Kvarntorp uppvisar för sommarperioden i år en hög siffra, vilken nog måste tillskrivas den höga frekvensen av ostliga vindar. Vindfördelningen under året framgår av vindrosen, diagram 5.

Medelhalterna av damm och sulfat i ton per km<sup>2</sup> och månad framgår av diagram 6 och tabell 7. I denna senare äro också motsvarande mängder för föregående år införda. Halterna äro bestämda på nederbördsvatten uppsamlat

Tabell 6.

max.-värden på 4-månaders perioder.

Stn.	1953		1954		1955	
	h	v	s	h	v	s
Vr	10,1	20	19,6	24	19,2	8,0
Ox	12,0	17,1	10,9	35	21	12,3
Kä	23	43	35	23	32	16,3
Bä	33	70	45	35	42	27
Fa	18,1	6,9	6,4	23	14,5	9,3
Bo	108	78	46	82	60	105
Kr	170	224	171	122	177	120
Vä	17,7	32	35	24	27	28
Mo	14,4	31	26	13,0	48	22
Hy	56	39	23	25	94	20
Hj	19,5	29	28	14,5	20	51

Källsätter, 2,7 km SE Kvarntorp 16,9

Kätt 20

Ljungström, 1,4 km SE Kvarntorp 32

Medelvärden per 4-månadersperioder.

Vr	7,2	9,4	7,1	11,3	8,4	4,8
Ox	8,4	9,9	5,9	16,0	10,3	5,8
Kä	13,5	16,0	12,9	13,6	18,3	7,6
Bä	17,5	22	18,2	22	26	11,5
Fa	8,8	5,2	4,8	9,3	6,2	5,0
Bo	41	29	18,9	49	35	32
Kr	88	119	93	51	60	93
Vä	11,5	18,4	14,3	10,9	13,1	14,2
Mo	11,1	19,4	11,6	9,7	22	12,6
Hy	23	21	12,9	14,4	42	13,4
Hj	8,6	13,8	10,4	5,8	6,8	16,2
Kätt						8,6
Käll						6,7
Lj						19,2



Diagram 5

Winddiagram 1/7 1954 - 30/6 1955

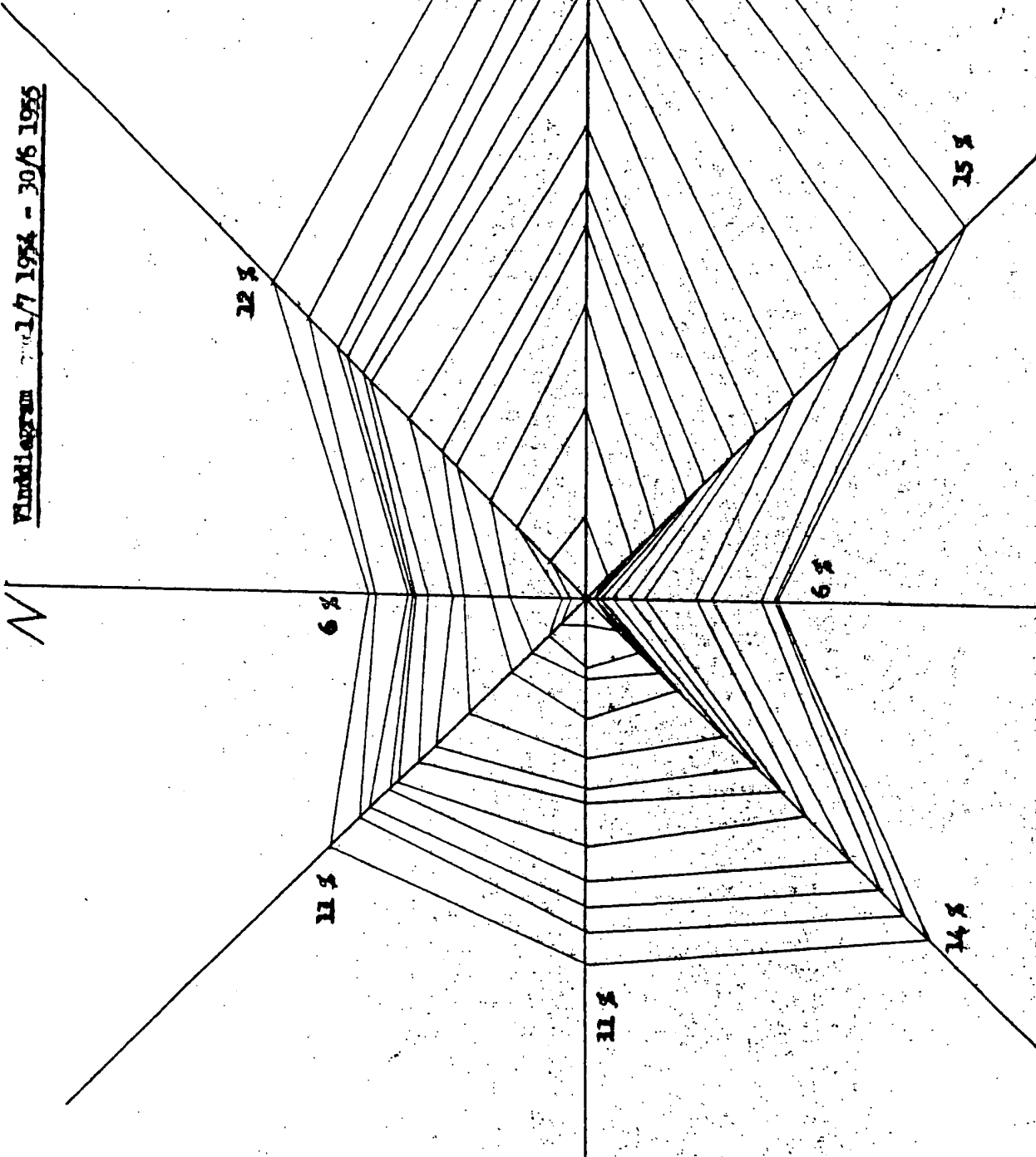
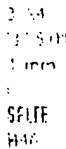


Diagram 6



per månad. Några större avvikelser från föregående år föreligga som synes icke.

Tabell 7.

Station	Damm		Sulfat	
	1953-54	1954-55	1953-54	1954-55
Kv	59,1	58,1	54,8	17,4
Fa	2,6	2,9	1,2	1,5
Lb	1,3	1,5	0,53	1,1
Fu	1,1	1,1	0,55	1,0
Bo	23,6	25,6	5,2	6,9
Ox	2,3	2,2	0,81	1,5
Vr	2,0	2,0	0,75	1,2
BH	2,4	2,6	0,99	1,8
KH	2,4	2,5	0,91	1,4
BB	0,83	1,0	0,44	0,82
Lj	2,3	3,0	1,9	2,3
Kall	1,1	1,3	0,61	1,0
Kätt	1,7	2,0	0,74	1,3
Mo	2,3	2,6	1,9	2,2
Hy	2,6	3,0	1,9	3,2
Hj	2,0	2,5	1,4	2,6
VH		3,8	1,7	2,2
Ör	1,0	1,1	0,52	1,2
FA	1,8	2,3	0,79	1,5
BoH	1,7	1,8	0,69	1,1
Le	0,61	0,57	0,49	0,91

### c) Korrosion och rostning.

Material- och rostundersökningarna ha under året fortsatt. Dessa utökades 1953-54 med undersökning av aluminiummaterial av olika slag. Dessa ha under året icke visat några nämnvärda förändringar, varför ett utlåtande om resultatet troligen får anstå ännu ett par år. Rostskyddsmålningen är till allra största delen avslutad inom verket. För nästa år tillkommer nybyggnaderna (Avox och ammoniak).

De år 1950 tillsammans med Statens Provninganstalt uppsatta provplåtarna ha besiktigats. Av diagram 7 framgår korrosionsangreppet på plåtarna. Siffrorna ange viktsminskningen i gram, de inom cirkelarna för perioden 1950-1955, de utom för året 1954-1955. Avståndet mellan de koncentriska cirkelarna är 1 km. Den yttersta cirkeln betyder sålunda 20 km från Kvarntorp. De fyllda cirkelarna markera platser tillkomna 1952. Vinddiagrammet för perioden 1950-1955 är också inritat. En ökad förrostning kan konstateras öster och söder om verket.

År 1947 uppsattes också ett antal provplåtar. Dessa komma att intas 1957 för kemisk avrostning.

### V. Avloppsvattnet.

Avloppsvattnets kvalitet har tyvärr ytterligare försämrats under det gångna året, i synnerhet under vårens lopp. Det biokemiska syrehovet har varit högt, vilket medfört dålig syrebalans och bl.a. resulterat i hög permanganatförbrukning (150 mg/l), höga fenolhalter (1-8 mg/l), stark luktintensitet och tidvis också höga järnhalter. Ovanstående är en följd av att askhögen har vuxit så i höjden att pyrolyspumpstationens kapacitet minskat, varigenom utspädningen av pyrolysvattnet blir dålig. Nedbrytningen av vattnets organiska beståndsdelar nedsättes och kravet på dammarnas reningsförmåga ökar. Om dessa då icke hållas fria från avsättningar blir vattnets uppehållstid i dam för kort. Slam, fenclex och

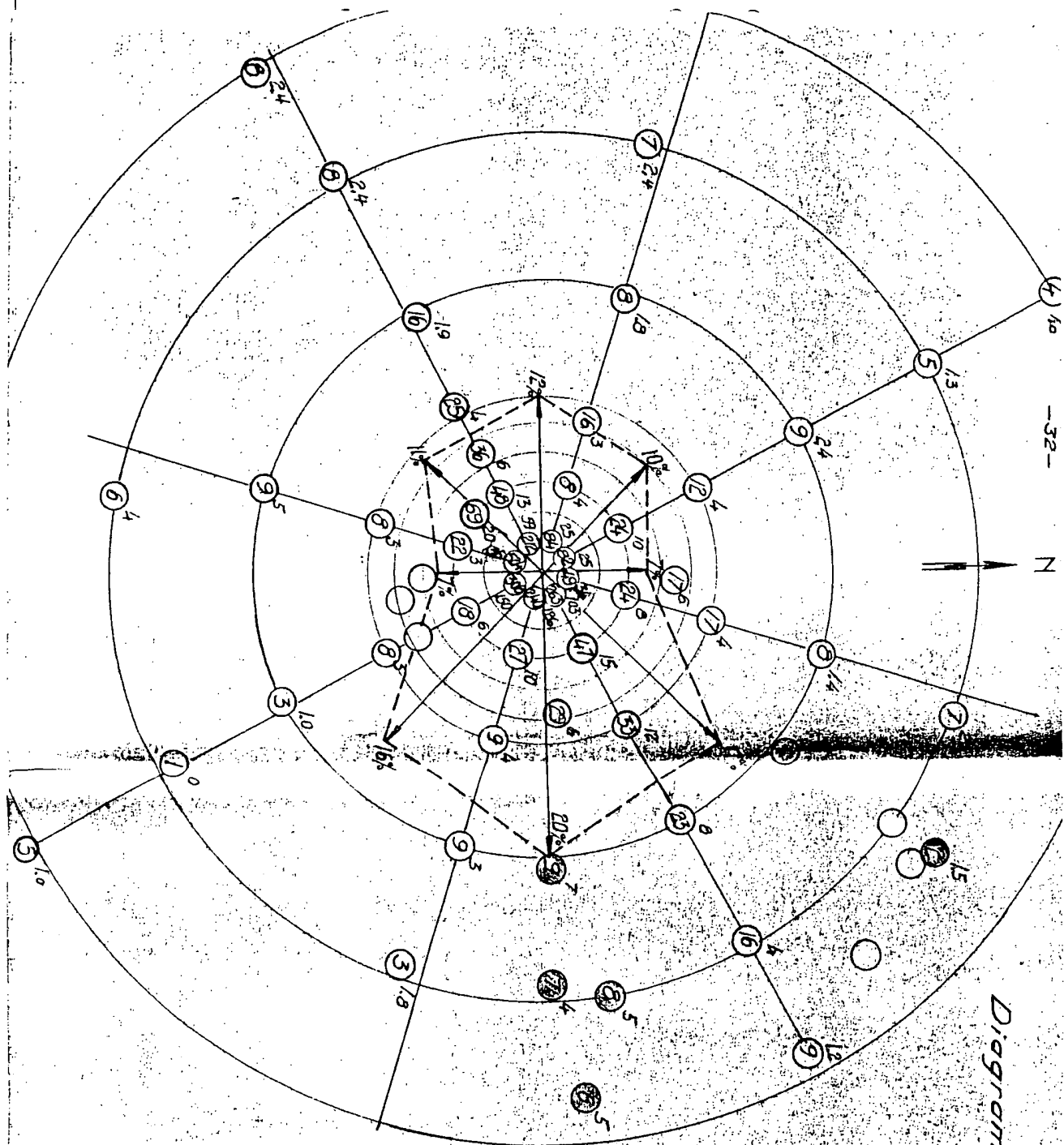


Diagram 7

järn kommer ut i recipienten. En annan orsak till vattnets dåliga beskaffenhet är att genombrott av avfallssyra från raffinaderiet tydligen äger rum. Järn- och även aluminiumhalten i vattnet stiger. Kalkbehovet i dammarna ökar och därigenom belastningen på kalkdoseringen. Slammängden tilltar och slammar mycket snabbt igen dammarna. Rensningskapaciteten i dessa blir då för liten och sedimentationen försvåras. Pyrolyspumpstationen skall nu utbyggas, gruvvattnet omhändertagas likaså avfallssyran omedelbart efter raffinaderiet.

Med en god skötsel av reningsanläggningarna bör utan större driftsvårigheter den utlovade vattenkvaliteten kunna hållas.

#### VI. Uppgifter av rent analytisk natur.

Den analytiska avdelningens personal har, i den mån den kunnat avställas för dessa uppgifter, sökt för skifferprodukter mera lämpade, snabba och säkrare metoder och för dessa ändamål i den mån det varit möjligt använt kromatografiska, spektrofotometriska och kolorimetriska sådana. Jag kan här endast nämna analyser, sådana som bestämning av peroxider i bensin, av polysulfid- och tiosulfatavvelhalten i polylutar, av koppar i bensin (spektrofotometrisk), av inhibitorer i bensin (spektrofotometrisk) och svavel enligt olika metoder.

En i litteraturen beskriven metod att analysera kiselhaltiga ämnen har också undersökts. Kisel, järn, titan och aluminium bestämmas kolorimetriskt, kalcium och magnesium titreras med verserat, medan natrium och kalium bestämmas med flämfotometer. Även papperskromatografi för kvalitativ oorganisk analys, har börjat studeras.

#### VII. Bibliotekstjänsten.

Biblioteks- och patentfrågor handhas numera helt av laboratoriet. Av dessa frågor har biblioteket hittills varit åsidosatt beroende på lokal- och personalbrist. Det nuvarande biblioteket är alldeles fullbelagt och något utrymme för någon skrivhjälp finns icke. Sedan en provisorisk lösning är genomförd skall dokumentationstjänsten rationa-

liseras. Referattjänsten, klassificeringen, katalogiseringen samt reproduktionsverksamheten är alla viktiga detaljer i skötseln av ett industribibliotek. Ett kvinnligt biträde till bibliotekarien är ofrånkomligt nödvändigt och kommer att anställas.

VIII. Aktuella problem för kommande året.

Till de större problem, som under det kommande året skola bearbetas, höra bensinraffineringen, rökgasreningen, stybbpyrolysen och stybbförbränningen samt byggnads- och vägmateriälfrågorna. Förstoken bl.a. med rotorter av annat utseende, driftforskningen och metodikundersökningar ur analytisk synpunkt är så viktiga att de komma att fortsätta i åtminstone samma omfattning som under det gångna året.

Närkes Kvarntorp 1 aug. 1955

*B. Schjævelberg*

# R e d o g ö r e l s e

över verksamheten vid Svenska Skifferolje Aktiebolagets  
laboratorium i Närkes Kvarntorp 1.7. 1955 - 30.6. 1956.



# Innehållsförteckning

sid.

I.	Inledning -----	1
II.	Skiffer- och askproblem -----	1
1.	Utländska skiffrar -----	1
a.	<u>Jugoslavien</u> -skiffer -----	1
b.	<u>Spanien</u> -skiffer -----	2
c.	<u>Libanon</u> - skiffer -----	3
2.	Undersökningar i experimentugnen -----	4
3.	Förvärmning av finkornig skiffer -----	6
4.	Fluidiseringsförsöken -----	7
5.	Byggnads- och vägmateriäl -----	10
a.	Byggnadskalk -----	10
b.	Mursten, mellanväggsplattor och dräneringsrör --	11
c.	Expansion av skiffer -----	11
d.	Vägmateriäl -----	11
III.	Oljeproblem -----	12
1.	Bensinraffinering -----	12
2.	Den tunga oljan -----	14
a.	Hydrering -----	14
b.	Koksning -----	15
IV.	Gasproblem -----	16
1.	Syreborttagning och svavelkonvertering -----	16
2.	Rökgaserna -----	16
a.	Rening av rökgaserna -----	16
b.	Luftföroreningar i <u>Kvarntorps</u> omgivningar -----	19
c.	Korrosion och rostning -----	24
V.	Avloppsvattnet -----	24
VI.	Uppgifter av rent analytisk natur -----	24
VII.	Aktuella problem för det kommande året -----	26

## I. Inledning.

Laboratoriets personalstyrka är sedan tre år tillbaka oförändrad. De nya anläggningarna Avox, Girdler och ammoniak binder emellertid och kommer att binda mycket laboratoriepersonal, varför det är sannolikt, att en viss utökning av denna trots den besvärliga lokalfrågan blir ofrånkomlig. Under året har bensinraffineringen laboratiemässigt i stort sett slutförts, medan de större undersökningarna över fluidisering, rökgasrening och byggnadsmaterial fortfarande pågå. Försöken i experimenttugnen med slingpaket och retorter enligt nya utföranden äro i det närmaste slutförda. Koksning av olja till lättare oljeprodukter och till koks kommer att upptagas till behandling under det nu löpande arbetsåret.

## II. Skiffer- och askproblem.

### 1. Utländska skifferar.

#### a. Jugoslavien-skiffer.

Två skifferprov, vardera på ungefär 70 kg från Aleksinac i Jugoslavien ha undersökts. Fischer-analys av dessa båda prov visade, att de voro varandra mycket lika, varför de blandades.

En standardanalys gav till resultat:

13,1 % olja (88 % av Fischer)

4,7 % vatten

5,5 % gas (56 Nm<sup>3</sup>/t skiffer)

76,7 % koks (920 kcal/kg)

I jämförelse med Kvarntorp-skiffern ger alltså den jugoslaviska skiffern dubbelt så mycket olja, ungefär samma gasmängd och en koks med något lägre värmevärde. Analys av de erhållna produkterna ger vid handen, att bensinhalten är 15-20 %, svavelvätehalten i gasen så hög (16-17 %), att det är ekonomiskt lönande att utvinna svavel, och att gasolhalten är ungefär densamma som i Kvarntorps blandgas.

Koksens värmeinhåll är så stort, att det räcker förutom till pyrolysens genomförande även till ångproduktion. Kvarntorp-ugnen förefaller vara synnerligen lämplig. Förhållandevis litet svavel (ca. 2 %) finns i koksen, varför svaveldioxidhalten i avgående rökgaser blir mindre än hos oss.

Innan ett definitivt ställningstagande kan göras beträffande möjligheterna att genomföra pyrolysen av den jugoslaviska skiffen i en Kvarntorp-ugn måste ett större prov genomföras i experimentugnen. Vi ha därför utbett oss cirka 100 ton skiffer och löfte föreligger från Jugoslavien, att denna kvantitet skall överskeppas till Sverige.

#### b. Spanien-skiffer.

Fyra mindre oljeskifferprover från okänd trakt i Spanien ha erhållits. Enligt Fischer-provet voro de varandra ganska lika, varför de blandades och på blandprovet gjordes en standardanalys, som gav till resultat:

21,8 % olja (90 % av Fischer)

2,6 % vatten

4,8 % gas ( $56 \text{ Nm}^3/\text{t}$  skiffer)

71,3 % koks (2095 kcal/kg)

Kokskalorierna äro tillräckliga för pyrolysens genomförande i en Kvarntorp-ugn samtidigt med att cirka 2 ton ånga/t skiffer bör kunna erhållas. Den relativt höga halten av svavelväte (ca. 9 %) och gasol (ca. 9 %), gör, att de ekonomiskt kunna utvinnas ur rågasen. Rengasens värmevärde är så högt, att även en Rockesholms-ugn kan ifrågasättas, men med tanke på koksens höga värmeinhåll förefaller en Kvarntorp-ugn vara att föredraga. Rengasen är lämplig för framställning av ammoniak.

Bensinhalten i oljan är cirka 18 %. Oljan är paraffinrik med låg svavelhalt. Paraffinvax bör utvinnas.

Enär de erhållna skifferproven voro mycket små, måste man vara försiktig, innan man mera generellt uttalar sig om den spanska skiffrens möjligheter. Ett större skifferparti bör tagas hit för utprovning i experimentugnen.

c. Libanon-skiffer.

Sju skifferprov, vardera på ca. 5 kg, från lika många platser i Libanon ha underkastats Fischer-analys (tabell 1).

Tabell 1.

Prov	Olja %	Vatten %	Gas Nm <sup>3</sup> /t	Koks %
1	13,6	1,4	37,8	78,5
2	4,4	4,0	30,5	86,3
3	1,7	4,9	19,2	91,8
4	17,8	3,9	57	69,7
5	6,4	2,4	30,5	84,7
6	4,0	3,1	28,3	88,2
7	3,0	3,2	30,7	89,1

Av dessa prov ansågs endast nr 1 och nr 4 värda att närmare undersökas, varför de underkastades standardpyrolysis. Båda dessa skifferprov gav koks med högt värmevärde, tillräckligt för såväl pyrolysen som för ångproduktion, (prov nr 1 mer än 1 ton ånga och prov nr <sup>4</sup> 2 mer än 3 ton ånga per ton skiffer). Skifferprov 4 gav en gas med ca. 9 % H<sub>2</sub>S och ca. 6 % gasol, alltså mängder som ekonomiskt äro utvinningsbara. För skifferprov 1 kan man tänka sig en pyrolysmetod, vid vilken direkt

upphettning är möjlig, enär varken svavelhalten eller gasolhalten äro så höga, att de motivera en utvinning. Bensinhalten är vid båda proven ca. 20 %. Oljan från prov nr 1 uppvisar exceptionellt låg svavelhalt (0,24 %) och en relativt hög paraffinvaxhalt (8,8 %).

Resultatet av undersökningen är sådant, att prov i större skala äro välmotiverade.

## 2. Undersökningar i experimentugnen.

I tidigare årsredogörelser har visats, att för att erhålla goda olje-, gas- och ångutbyten i en Kvarntorp-ugn bör den undre siktgränsen för skiffern vara 5 mm och den övre 25 mm med tyngdpunkten inom fraktionen 5-15 mm. Vid en belastning av 180 kg skiffer per fack och timme erhöles den största produktmängden per tidsenhet.

På grundval av de erfarenheter, som erhöles vid dessa undersökningar och utförda beräkningar ha för experimentugnen tillverkats retorter och slingpaket med något ändrad utformning än vad som tidigare använts. Sålunda har retorterna givits en större, närmast oval tvärsektion nedtill, medan de upptill i stort äro oförändrade. Härigenom har retortvolymen ökat 31 %. En önskvärd förlängning av uppehållstiden i retorternas högtemperaturzon uppnås, mantelytan ökas och den längsta värmetransportvägen inuti retorten förkortas. Slingpaketet i sin nya utformning har väsentligt kortat<sup>e</sup> total tublängd än det gamla, medan antalet fenor ökat. Den totala kyltan har visserligen minskat men effektiviteten ökat.

Lågtrycksången till retorterna tillföres genom retortväggen. En del ånga går som spärrånga till retortens övre del för att ersätta en del av den luft som annars skulle strömma till nedre sugrörsmyrningen.

Med modifierade retorter och slingpaket har

optimumgenomsättningen ökat från 180 till 235-240 kg torr skiffer  
per fack och timma

oljeutbytet vid optimumgenomsättningen ökat från 72 % till 80-85 %  
av Fischer-provet.

gasproduktionen ökat med 30 %, medan ångproduktionen förblivit oförändrad.

Mekaniskt visade det sig, att de första nya retorterna icke voro färdiga. De höll icke formen. De invändigt placerade stagen i sidorna buktade sig utåt. Gick man emellertid upp till 8 mm plåt i underdelarna och tjockare stag hade efter 3 månader ytterst små eller inga deformationer inträtt.

Förstoringen har efter dessa första lyckade försök drivits till en så stor retort som praktiskt kan rymmas i facket. Samtidigt ändrades ångtillförseln, så att den helt gick inuti retorten vid sidan av sugrören. Retorten gjordes dessutom 80 mm längre. Volymen i jämförelse med nuvarande retort blir 65 % större. Då slingpaket av legerat material enligt det äldre utförandet är inköpt och delvis insatt i ugnarna provades de nya retorterna med detta slingpaket. Optimumgenomsättningen för oljeproduktionen tycktes bli 265 kg skiffer per schakt och timma med oförändrat oljeutbyte på drygt 80 %. Optimumgenomsättningen för gasproduktionen tycks ligga lägre än för oljan och är ungefär densamma som vid de första retorterna. Om detta beror på slingpaketet eller på att retorten förstorats för mycket har ännu icke avgjorts.

Ångutbytena minskar kraftigt vid övergång till större retorter, men produktionen per tidsenhet synes bli högre än med nuvarande retorter. Utbränningen av askan är bättre med det modifierade slingpaketet.

Driften med de senare retorterna fortsättes för att vinna ytterligare erfarenheter. Tvärsnittet nedtill har ändrats till ett 8-format, det format det ovala tvärsnittet sökt uppnå vid upphettningen. Retorterna skola också provas tillsammans med det nya slingpaketet.

### 3. Förvärmning av finkornig skiffer.

Vid upparbetning av skifferstybb är det nödvändigt att räkna med torkning och förvärmning av denna. Frågan är då vilken temperatur och förvärmningstid samt vilken kornklass man skall välja, så att man icke förstör kerogenet, resulterande i gas- och oljeförluster. Det är tidigare känt, att skiffers organiska material förändras vid förvärmning med oxiderande gaser även vid temperaturer under dem, där pyrolysen är märkbar.

Prov ha utförts i olika atmosfärer, vid temperaturer mellan 125 och 275° och med skifferfraktioner från 0,125 till 1,5 mm. Redan vid en temperatur omkring 130° och vid förvärmningstider längre än 5 min. synes oljeutbytet påverkas. Vid de högre undersökta temperaturerna och då särskilt vid långa förvärmningstider synes ett kraftigare angrepp ha skett på de minsta kornen (0,125 - 0,150 mm).

En kväveatmosfär medför kraftigt reducerande takt i kerogenförstöringen. Vid förvärmning i syreatmosfär förändras kerogenet så, att mindre olja bildas vid efterföljande pyrolys men samtidigt erhålles ett högre utbyte av pyrolysvatten, medan gasmängden är oförändrad. Halten svavelväte i gasen är dock sänkt. En mera ingående gasanalys har dock icke utförts. Det är uppenbart, att syre bindes vid skiffern vid förvärmningen, men säkert avgår också en del kol och väte med gasen. En rent tekniskt omvandling av kerogenet, så att det ger mindre olja, måste antagas vid sidan av den oxidation, som sker vid förvärmning i luft.

I diagram 1, i vilket alla skifferkorn antagits ha samma temperatur, <sup>av v</sup> anvisas kerogenangreppet i form av procent minskat oljeutbyte som funktion av förvärmningstiden vid olika temperaturer. Som primärmaterial har använts medelvärden från försök med olika kornstorlekar.

## I. Inledning.

Laboratoriets personalstyrka är oförändrad sedan föregående år, men möjligen kommer Avox-, Girdler- och ammoniakanläggningarna att kräva en något utökad personalstyrka på analyslaboratoriet. Undersökningar över pyrolyse och förgasning av skiffer i fluidiserat tillstånd, rökgasrensning, koksning av olja samt byggnads- och vägmateriäl pågå och väntas fortsätta under nu löpande budgetår. Försöken i experimentugnen äro slutförda.

## II. Skiffer- och askproblem.

### 1. Utländska skifferar.

#### a. Jugoslavien-skiffer.

Under vårens lopp har 100 ton jugoslavisk skiffer pyrolyserats i experimentugnen och tre separata rapporter har skrivits och översänta till Jugoslavien. I den första "Versuche mit Ölschiefer aus Aleksinac" har visats, att den jugoslaviska skiffern trots koksens låga värmevärde kan pyrolyseras i en Kvarntorpugn. Processen blir självförsörjande och två tredjedelar av i skiffern ingående kalorier kan utvinnas i form av olja, gas och ånga. Vid en optimal genomslutning av 235 kg torr och förvärmad skiffer per timma och schakt blir oljeutbytet ca. 80 %. Gasutbytet blir räknat per ton skiffer och som kvävefri gas ca. 35 Nm<sup>3</sup> inkl. ca. 5 Nm<sup>3</sup> svavelväte, medan gasolhalten är låg och icke ekonomiskt utvinnbar. Ångutbytet kan beräknas till ca. 225 Mcal/t. Oljan, som tack vare hög vaxhalt är fast vid rumstemperatur, håller ca. 15 vol. % bensin och blott 1 % S.



I den andra rapporten "Versuche mit jugoslavischem Schieferöl" undersöktes den råoljans något närmare. Bensinen (11 vikts %) håller 2,5 - 3 % fenoler och cirka 3 % pyridin. Vid svavelsyraraffinering blir förlusten mycket stor. Bensinutbytet torde vid raffinering i industriskala stanna vid 60-65 vikts %. Bensinens oktantal, bestämt enligt automatenoden, blir vid tillsats av 0,05 vol-% tetrastybly under 60. En typanalys ger dessutom vid handen, att bensinen knappast är lämpad för en katalytisk reformering. Endast hydrering jämte en följande reformering kan ge en godtagbar bensin. Fotogenfraktionen (17 vikts %) är starkt omsättad och kan endast raffineras medelst hydrering. Oktantalet blir emellertid lågt, medan cetantalet troligen kommer att ligga omkring 50. Dieselfraktionen (17 vikts %) kan genom katalytisk hydrering vid relativt högt tryck raffineras till en högkvalitativ diesololja. Ur den tyngre dieselfraktionen (23 vikts %) kan fasta paraffiner utvinnas och möjligen kan genom en högttryckshydrering en tung motorbrännolja av god kvalitet erhållas.

Destillationsåterstoden (27 vikts %) är icke asfaltartad och torde blott vara lämpad för termisk krackning.

I den tredje rapporten "Promemoria betr. Betriebskosten für die Schmelzanlage des Aleksinac-Schiefers", lämnas en kostnadsidé över vad en anläggning enligt Kvarntorp-metoden skulle kosta. Den är baserad på i Kvarntorp gällande driftbetingelser och kostnaderna äro angivna i svenska kronor. För det ena (1 milj. ton skiffer per år)

3.

av de tre angivna alternativen (0,5, 1,0 resp. 2,0 milj. ton skiffer per år) har dock en omfattning gjorts till dinarer. Kostnaden för skifferanskaffningen är icke medtagen i kalkylen.

De tre rapporterna studeras nu i Jugoslavien och föret i början av nästa år räknas vi med en diskussion för och i så fall hur problemet skall föras vidare.

#### b. Polen-skiffer.

Från Polen har ett provparti skiffer på 60 kg betecknat Sapropel-skiffer erhållits för undersökning. Det underskattades standardpyrolysis och gav därvid

11,1 vikts % olja

7,0 " vatten

3,8 " gas

76,0 " koks

Koksens värmevärde är så högt som 2700 kcal/kg, varför koksen bör utnyttjas som värmekälla vid pyrolysen och överskotts-  
värmets användas för produktion av högtrycksång. Kvarntorpugnen är den lämpligaste ugnen för detta ändamål. Oljan innehåller 10-15 vol.% bensin, medan halten svavelväte och gasol i gasen knappast är så hög, att det lämnar sig att utvinna dessa produkter. Rapport har överlämnats till Polen med förslag, att ett större parti skiffer bör sändas hit för att undersökas i experimentugnen.

#### 2. Undersökningar i experimentugnen.

Under höstens lopp har den sista undersökningen i experimentugnen genomförts. Vid denna användes de större 8-formade retorterna tillsammans med det nya slingpaketet med plan översida. Retorterna

satt 50 mm ovanför slingpaketets övre bugar och skiffergenomsättningen varierade mellan 240-305 kg/h, fack. Av undersökningen framgår, att retorterna icke är för stora för facket och att förbränningen med det nya slingpaketet sker på ett tillfredsställande sätt. En jämn förbränning och en jämn askström har uppnåtts. Den optimala skiffergenomsättningen ligger med säkerhet över 200 kg/h, fack såväl för olje- som gasproduktionen. Utbytena äro icke försumrade jämfört med dem som erhöles vid tidigare använda retorter. Luftöverskottet kan hållas lägre med oförändrad utbränning av askan. Ångutbytet blir lägre vid de erhållna goda pyrolysutbytena.

Som avslutning på försöken insattes retorter som ovan men med ginton underdel av 8-format tvärsnitt. De goda resultat, som uppnåtts i experimenttugnen med retorter och slingpaket, har gjort, att Kvarntorp I har ombyggts och under höstens lopp kommer resultat från driften att föreligga. All anledning finns att antaga, att om alla de erfarenheter, som erhållits i experimenttugnen, uthyttjas, så skall den ombyggda Kvarntorp-tugnen få den högre kapacitet med samma utbyte, som erhållits i experimenttugnen.

### 3. Fluidiseringsförsöken

I tidigare årsredogörelser har meddelats att strömingsförhållandena vid fluidisering av styvare material, såsom i dessa pyrolysförsök av olika slag och förbränning av skiffer. Pyrolysförsöken utfördes med indirekt uppvärmning av den fluidiserade bädden och utbytena av olja och gas bestämdes vid olika temperaturer, pyrolystider och kolstorlekar. Goda gasut-

byten och oljebuten, som låg över 100 % av Fischer-provet, erhålls. Båda resultaten synes man få med korn  $< 1$  mm vid en pyrolystemperatur av  $550^{\circ}$  och halst upp mot 1 h pyrolystid.

Försök med skifferstybb i halvstor skala har utförts hos Ruhrgas AG i Recklinghausen. Denna firma har tillsammans med Lurgi en försöksanläggning för högtemperaturpyrolys. Deras förfarande, som är utformat för pyrolys av kolsyren, ger 30-40 halvtiga rökgaser och en sämre olja än den vi får vid våra metoder. Rågasen håller endast en låg halt av svavelväte och koksen är blott delvis utnyttjad. Det finns knappast några utsikter att vidare utveckla förfarandet, så att det bättre skall passa vår skiffer.

Under året har studiet av värmeöverföringsförhållandena i den fluidiserade bädden, förbränning av stybbkoks och förgasning av denna med kolsyra och vattenånga avslutats. Nya förgasningsförsök har påbörjats.

Värmeövergångstalet varierar starkt med bl.a. temperaturen och kornklassen. Så har de uppmätta värdena legat mellan 100 och  $300 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C}$ .

Vid studiet av förbränningen av stybbkoksen har sådana faktorer som temperatur, syrets partialtryck, stybbens kornklass och gasbästighet studerats. Med de erhållna resultaten kan skeendet i en kontinuerligt arbetande laboratoriereaktor något så när beräknas, men några försök under kontinuerliga betingelser har inte utförts, dels emedan förgasning är mera aktuell än förbränning, dels emedan AB Atomenergi håller på med förbränningsförsök.

Förgasningen av stybbkoksens kol och svavel med vattenånga resp. koldioxid har utförts enligt samma teknik som använts vid förbränningsförsöken. Kolförgasningen går betydligt långsammare än förbränningen. Först över  $350^{\circ}$  är reaktionshastigheten tillräcklig, om vattenånga användes. Med kolsyra blir temperaturen  $100^{\circ}$  högre. Man måste därför räkna med relativt lång kontakttid.

Svavlet föreligger som järnsulfid i pyrolysaåterstoden. I det aktuella temperaturområdet är partialtrycket för svavelväte mycket lågt, varför svavlet endast kan förgasas, om vatten- resp. kolsyre-överskottet är mycket stort. Detta kan icke vara fallet i en kontinuerligt arbetande förgasningsreaktor och därför förgasas blott en ringa mängd av svavlet.

Dessa försök med vattenånga resp. koldioxid som förgasningsmedel fullföljdes icke, utan i stället påbörjades försök med luft eller syre jämte vattenånga som förgasningsmedel vid en temperatur av  $900^{\circ}$  och med kontinuerlig in- och utmatning av koks resp. aska.

Vid de avslutade luft- $N_2$ -försöken konstaterades att kolsyran vid  $900^{\circ}$  icke hinna reagera med koksens kol vid de bäddhöjder ( $< 2$  m), som kunde erhållas i apparaten.  $CO_2/CO$ -förhållandet i gasen var därför högt. För att detta förhållande skall understiga 1 måste man troligen räkna med bäddhöjder på 5 m. Vid en gasblandning med 12,5 % syre erhöles vid  $950^{\circ}$ , 1,2 m bäddhöjd och 1,9 % kol i utmatad aska, en gas med 11,4 %  $CO_2$ , 3,0 %  $CO$ , 1,4 %  $H_2$  och 2,7 g S per  $Nm^3$ . Vid förgasning av skiffer i stället för koks erhöles i stort sett samma resultat, men kolvätehalten var högre och S-halten flera gånger högre.

Förgasningsförsök med syre och vattenånga pågår nu, men även i detta fall kan icke högre bäddhöjd än 2 m åstadkommas.

För slutligt avgörande om vilken bäddhöjd, som är erforderlig för att viss önskad gassammansättning skall erhållas, måste försök i större skala utföras. Sådana är också nödvändiga som ett mellansteg vid övergång till stor skala, eftersom uppförstoring av fluo-solid-reaktorer ännu icke beräkningsmässigt behärskas. Också för att konstatera att cirkulation av fast material från förgasnings- till pyrolyszonen kan åstadkommas, måste försök i större skala genomföras.

Försök att direkt förgasa stybben har gjorts hos BASF dels i Winkler-generator med luft, dels i Flesch-Winkler-generator med syrgas. Utlåtandet från BASF var rent negativt. Man ansåg, att man med ett bränsle med så hög askhalt, icke skulle få tillräckligt hög verkningsgrad och i stället föreslogs förbränning i fluidiserat tillstånd, en väg, som vi icke kan gå med tanke på  $SO_2$ -problemet.

#### 4. Byggnads- och vägmateriäl.

##### a. Byggnadskalk.

Sedan kalkhydratfabriken igångsatts och produkt av tillfredsställande och jämn kvalitet erhållits, har laboratoriets organiska avdelning undersökt kraftkalkens egenskaper och hur dessa kunna förändras på olika sätt. Då det finns stor sannolikhet för att nya normer för provning av puts och bruk kommer att antagas, har mycket arbete nedlagts för att ge kraftkalken ett bättre läge inför dessa nya normer.

Så har t.ex. undersökts, hur hållfastheten förändras genom tillsats av vulcaneement, av portlandcement och av återstod

erhållen vid kalksläckningen. Därvid har konstaterats, att för erhållande av den hållfasthet, som de eventuellt nya normerna kommer att fordra, cirka 30 % tillsats av vulcan- eller portland-cement är erforderlig. I stället för dessa 30 % cement kan cirka 50 % av släckningsåterstoden formuleras mot nu använda 15-20 %.

Den uppnådda hållfastheten är beroende på hur provkroppen lagras, på tryckytans storlek och om mellanlägg användes vid provtryckningen.

Vidhäftningsförmågan hos puts av kraftkalk på olika underlag och draghållfastheten i murfogar har bestämts. Genom tillsats av 2 % vägsalt kan bindetiden fyrdubblas. Specifika ytan hos olika bindemedel har bestämts och därvid har konstaterats, att kraftkalken beträffande finkornighet ligger mellan kalcitkalk och cement.

Under året har ett flertal diskussioner förts med Byggnadstekniska institutionen vid Chalmers, med Byggnadsstyrelsen och Statens Provningsanstalt beträffande kraftkalkens egenskaper i jämförelse med andra produkter av liknande slag. Undersökningar av olika slag har utförts på flera håll och normer har diskuterats, men inga slutgiltiga resultat i berörda avseenden har ännu erhållits.

#### b. Porballast.

I förra årsredogörelsen meddelades att försöken att framställa porballast genom expansion av skiffer hade avslutats med negativt resultat. De ha under året återupptagits enligt något andra linjer

än tidigare. Genom att använda vissa tillsatser och malning av askan till cementfinhet kan genom upphettning en expansion åstadkommas. Vi hade vid våra tidigare försök eftersträvat en 5 dubbelvolymökning. Detta är enligt uppgift onödigt mycket. En 3 dubbel skulle vara tillräcklig och detta kan åstadkommas utan tillsatsmedel om expansionen sker vid cirka  $1300^{\circ}$ . 200 kg aska har sänds ned till Barlin för undersökning hos Kerabedarf. Någon rapport från detta försök har icke erhållits. Försöket utfördes där nere av icke kvalificerad personal och får nog anses delvis misslyckat och definitiva resultat kan knappast förväntas, om icke undersökningen förlägges till Kvarntorp. Förhandlingar föres nu mellan AB Elementmontage, som äger patentet, Mälardalens Tegelbruk och oss om gemensamma försök. Tegelbruket har i sin ägo vissa ugnar och utrustning som är lämpad för sådana undersökningar och vi torde ha stor nytta av ett dylikt samarbete. Om pågående förundersökningar ge positivt resultat torde nästa steg bli inköp av en ugn från Tyskland. Produkten är på stark framfart och bör kunna produceras billigt av skifferaska, varför relativt goda förtjänster kan förväntas.

#### c. Mursten.

I tidigare årsredogörelser har redogjorts för de möjligheter, som finns att tillverka mursten av skifferaska och kalk. Den sten, som de senare åren har tillverkats av aska från Kvarntorps-ugnarna har aldrig kommit upp i den kvalitet, som tillverkades av den aska, som erhöles från ugnarna, innan de byggdes om. Bland annat kan färgen



icke godkännas. Vi har därför i stället försökt bränna tegel av askan. Ugnsskan håller ca. 350 kcal/kg, vilket teoretiskt skulle räcka till för bränning av tegel. Bränselkostnaden skulle bli minimal och hittills erhållna tegel har varit vackert röda, frostbeständiga och med en hållfasthet på 265 kg/cm<sup>2</sup>. Vi har nu etablerat samarbete med Lina tegelbruk i Södertälje om försök i större skala.

#### d. Vägmateriäl.

I förra årsredogörelsen omnämndes att en armerad betongprov-väg byggts i Kvarntorp. Som slitbana på denna väg har använts en blandning av ugnssaka (0-5 mm), kalk och mindre mängd cement. Under ett år har under hårda betingelser 720.000 ton passerat över denna väg. Vägförvaltningen har inspekterat vägen och funnit den vara väl bibehållen. Förvaltningen önskar för att definitivt våga uttala sig om möjligheterna att bygga vägar av Kvarntorp-materiäl, att en provväg på 1 km lägges i samband med en vanlig betongbana. Här för fordras extra utsällningsanordningar. Sådana finns och kommer nu att uppmonteras.

### III. Oljeproblem.

#### 1. Hydrering.

Genom hydrering kan de flesta råoljor kvalitativt förbättras, men för att processen skall bli ekonomisk fordras tillgång till billigt väte.

En direkt hydrering av den tunga skifferoljan för framställning av dieselolja som huvudprodukt är ekonomiskt sett otänkbart på grund av den höga väteförbrukningen. Önskar man emellertid

ur beredskapssynpunkt framställa största möjliga mängd motorbränslen så finns flera tekniska processer, som böra kunna tillämpas. Möjligen kan det bli nödvändigt att utföra försök i en större försöksanläggning för fastställande av vissa konstruktiva data.

Genom hydrering och spaltning kan aromater framställas, vilket ekonomiskt och kanske också ur beredskapssynpunkt kan vara motiverat. Hur hydreringen emellertid än utföres, så torde det såväl av oss som av BASF och Union Oil vara fastställt, att den tyngsta delen av oljan (15 - 50 %) bör avskiljas före hydreringen. Denna del kan visserligen hydreras, men väteförbrukningen blir orimligt stor och kräver mycket dyra anläggningar. Den tyngsta delen kan inte avskiljas genom destillation, emär den inte är saljbar och kan blott med svårighet brännas inom verket. Avskiljandet bör ske genom kokning, som möjligen kan göras ekonomisk. Kokning är alltså en nödvändig förutsättning för varje steg av hydrering eller aromatisering av oljan.

För studium av hydreringen kommer laboratoriemässigt ett antal rena kolväten att hydreras under varierande betingelser och på olika katalysatorer.

## 2. Kokning.

Som förberedande försök har en kokning utförts, så att sedan fraktionen  $< 350^{\circ}$  avdestilleras, restande oljemängd upphettats till torrhet. Utbytet av de olika produkterna beror på med vilken hastighet destillationen utföres. Den erhållna

koksen har en askhalt av blott 0,1-0,3 % och en svavelhalt av cirka 1 %. Dessa siffror är mycket uppmuntrande, när det gäller möjligheten att framställa elektrodskoks. Ett prov på en sådan koks erhållen vid kokning av Eo III hos Union Oil har sänts till Skandinaviska Grafitaktiebolaget i Trollhättan för undersökning. Denna koks höll 0,35 % aska och 0,75 % svavel. Om nuvarande oljepriser läggas till grund för en beräkning om en kokning är lönande eller icke, så är det tyvärr så, att prisskillnaden mellan eldningsolja och ur dessa erhållna förädlade oljor är så ringa, att priset på koksen blir avgörande, när det gäller processens räkthet.

#### IV. Gasproblem.

##### 1. Svavelrening.

Försök med svavelkonvertering enligt Girdler ha pågått under året för att undersöka, om någon bättre katalysator än den från Salpeterverken levererade kan finnas. Den är ju egentligen avsedd för konvertering av koloxid.

Pågående försök har löpt under en tid av 5 månader, men resultaten kan ännu icke helt överhållas. Det gäller att finna katalysatorer med bättre mekanisk hållfasthet, med mindre halt av reducerbar substans och med större förmåga att spalta merkaptaner och neutrala svavelföreningar med kokpunkt inom gasbensinområdet.

Det har hittills konstaterats, att omsättningen vid Girdler-spaltningen icke påverkas av stora variationer i ångtillsatsen. Troligen är huvudreaktionen en hydrering och icke som Girdler påstår en hydratisering. Ångförbrukningen har därför kunnat minskas.

I laboratorieapparaturen har vi fått avsevärt bättre konvertering och längre livslängd än i driftanläggningen. Detta beror troligen på att vid laboratorieundersökningen har smörjolja och högkokande mercaptaner avskiljats effektivt. Avsikten är nu att undersöka om icke en helt svavelfri gas kan erhållas genom konvertering i två steg.

## 2. Rökgaserna.

### a. Rening av rökgaserna.

Under det gångna året har undersökts en serie delproblem, som uppträda vid rökgasrening med ammoniak.

För att undersöka olika inhibitorers effekt, när det gäller att förhindra oxidationen av en ammoniumsulfid-sulfit-lösning, har, enär det enligt litteraturen är sulfidjoner, som oxideras, vid alla försöken valts en lösning med det högsta pH, som förekommer vid absorptionsprocessen, d.v.s. 5,5. Detta motsvarar den lösning, som matas in till absorptionsprocessen. Emedan rökgasen har varierande sammansättning både med avseende på syrehalt och halten inhiberande ämnen från skifferns organiska substans har försöken utförts med luft resp. ren syrgas. Även temperaturens betydelse för oxidationen har undersökts. Av ett 70-tal undersökta produkter, som enligt litteraturen skall vara oxidationshämmande, kan som särskilt goda framhållas

2.<sup>a</sup>-Aminofenolhydroklorid(amidol),

p-fenylendiamin och p-aminofenol.

Den förra av dessa nedsette oxidationen med cirka 70 %.

Vid oxidationen bildas ammoniumsulfat och det gäller då att ur denna lösning kunna utvinna detta sulfat i säljbar form. Enligt uppgifter, som erhöles i Moskva, kunde vid kraftverket direktas erhållas ett 97-98 %-igt ammoniumsulfat. Genom indunstning till halva vikten och centrifugering av en oxidat och avdriven absorptionslösning har vi endast erhållit en 93,5 %-ig produkt.

Denna höll förutom sulfat 4,8 % bisulfat, 1,6 % sulfid och 0,3 % tiosulfat. Genom torkning vid  $160^{\circ}$  under 1 tim kan ett 96-97 %-igt salt erhållas.

Den oxidation, som erhålles vid  $SO_2$ -avdrivning, kan helt undertryckas, om avdrivningen sker i vakuum vid  $40^{\circ}$  och 27,5 mm Hg.

Ammoniakförlusterna blir då vid denna mycket små.

I den halvstora anläggningen har en serie försök utförts för att studera förlusterna av ammoniak och svaveldioxid i avgående renad rökgas. Det har visat sig, att de verkliga förlusterna är mångfalt större än de som kan beräknas enligt vissa amerikanska formler. Vid god rening ( $< 0,05 \% SO_2$ ) är den verkliga ammoniakförlusten cirka 10 gånger den beräknade. Vid dålig rening ( $> 0,1 \% SO_2$ ) ökar förhållandet mellan verklig och beräknad ammoniakförlust kraftigt. Orsaken till denna dåliga överensstämmelse är aerosolbildning i gasfasen under absorptionen. Aerosolen består av ammoniumsulfid, som kan slås ned i ett elektrofilt under oxidation till sulfat. Ammoniakförlusten kan på så sätt nedbringas till 3 & 4 kg ammoniak per ton avgiven svaveldioxid mot annars 20 & 25 kg.

En del data, såsom sulfid-bisulfid-lösningars viskositet och specifika värm samt sambandet mellan absorptionskapacitet och absorptionstemperatur har bestämts.

#### b. Luftföroreningar i Kvarntorps omgivningar.

Som förut om åren har liljesten riksdag varit placerade runt Kvarntorp för att få ett mått på SO<sub>2</sub>-halten i atmosfären. Platserna framgår av diagram 2. Vindhöjdelingen under året framgår av diagram 1. I tabell 1 har angivits medel- och max-halterna svavel i mg per 100 tim. Några mera väsentliga ändringar i medelvärdena föreligger icke, men relativt höga maxvärden har erhållits hösten 1956 på Bungeström-fältet och i Öster om verket samt i Hymnens och Öster om verket. 1957 erhöles toppvärden i Kvarntorp samt väster om och i Bungeström-fältet.

Medelhalten av damm och sulfat i den svenska och svenska framgår av diagram 2 och tabell 2. I denna tabell också inför skillnaden mellan åren 1955-1956 och 1956-1957. Dammet har ökat, medan sulfatet minskat något. I stort sett har sammansättningen varit oförändrad.



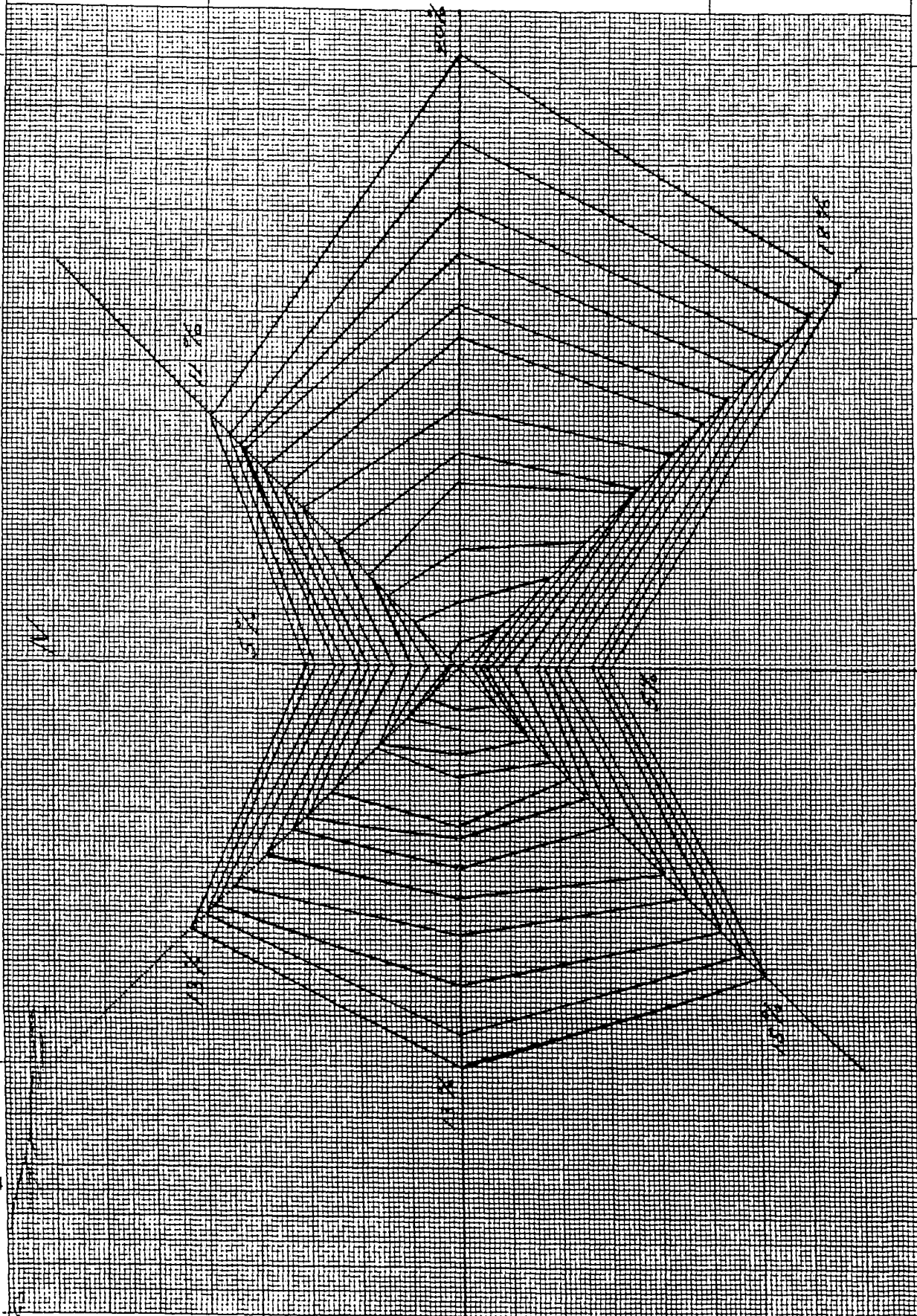


Diagram 2.





Tabell 1.

Liesegang.

Svav 1 1 mg/100 h

Max.-värden för 4 månaders perioder

Stn.	1955		1956		1957	
	h	v	s	h	v	s
Vr	10,2	10,3	11,2	8,3	7,2	8,9
Ox	19,0	12,1	21,2	7,5	12,1	7,6
KÅ	20,0	24,0	33,6	38,2	17,1	19,7
EH	28,0	30,0	41,6	39,0	19,4	18,3
Fa	18,2	14,5	6,5	5,2	7,4	9,0
Bo	42,0	42,5	64,3	24,5	41,2	28,0
Kv	94	116	99	107	125	154
VH	16,0	26,4	19,0	10,7	19,2	29,0
Mo	12,4	26,5	20,8	15,2	23,7	26,1
Hy	14,4	34,0	25,4	48,0	24,2	18,2
HJ	13,1	32,8	15,6	11,5	36,5	48,0
Kätt	9,5	29,9	6,9	8,4	6,4	12,5
KH11	10,0	30,0	8,5	12,6	6,2	11,5
LJ	50,0	39,4	29,7	59,5	41,0	18,6

Medelvärden för 4 månaders perioder

Vr	6,1	5,1	4,5	4,7	3,9	4,8
Ox	10,1	5,7	6,5	5,7	6,5	4,2
KÅ	10,2	8,3	13,8	15,1	10,2	8,7
EH	16,9	11,6	19,8	17,4	14,0	10,1
Fa	8,1	5,5	3,7	3,6	4,6	5,1
Bo	26,2	18,2	21,9	17,3	25,1	12,4
Kv	52,0	69,4	67,5	73,5	50,9	101,9
VH	8,8	12,1	8,5	9,0	8,1	12,5
Mo	9,4	13,0	10,1	9,6	11,2	13,4
Hy	10,3	14,2	13,1	23,5	17,6	13,0
HJ	4,8	12,6	5,7	5,9	10,1	16,2
Kätt	5,7	9,5	3,7	6,2	3,7	6,4
KH11	5,6	9,4	4,4	6,6	4,0	6,3
LJ	26,5	20,7	21,2	36,8	21,3	11,8

Tabell 2.

Nederbörd 1956-1957.Värdena i  $\text{ton/km}^2$ , månad (=  $\text{g/m}^2$ , månad).

Stn.	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	Diff.	Damm	Diff.
Kv	11,2	-1,6	50,2	-9,4
Fa	0,8	-0,2	1,6	+0,1
Lö	0,6	-0,3	1,0	-0,1
Pn	0,5	-0,1	0,9	-0,2
Bo	4,6	-0,4	17,3	-0,5
Ox	0,9	$\pm 0$	2,2	+0,5
Vr	0,7	-0,1	1,7	+0,1
BM	1,1	$\pm 0$	1,8	-0,2
KM	1,2	+0,3	2,6	+0,3
Sö	0,5	$\pm 0$	0,9	+0,1
LJ	1,2	-0,3	2,2	+0,2
KMll	0,6	$\pm 0$	1,3	+0,3
KHtt	0,7	-0,1	2,1	+0,4
Mc	1,4	-0,2	2,6	-0,1
Hy	1,8	-0,2	2,5	-0,1
HJ	1,3	-0,1	2,3	+0,3
VH	1,1	-0,4	4,0	+0,1
Ör	0,6	-0,2	1,1	-0,2
Få	0,7	-0,1	1,6	+0,2
BoH	0,7	$\pm 0$	1,8	+0,5
Le	0,5	$\pm 0$	0,5	+0,1

### c. Korrosion och rostning

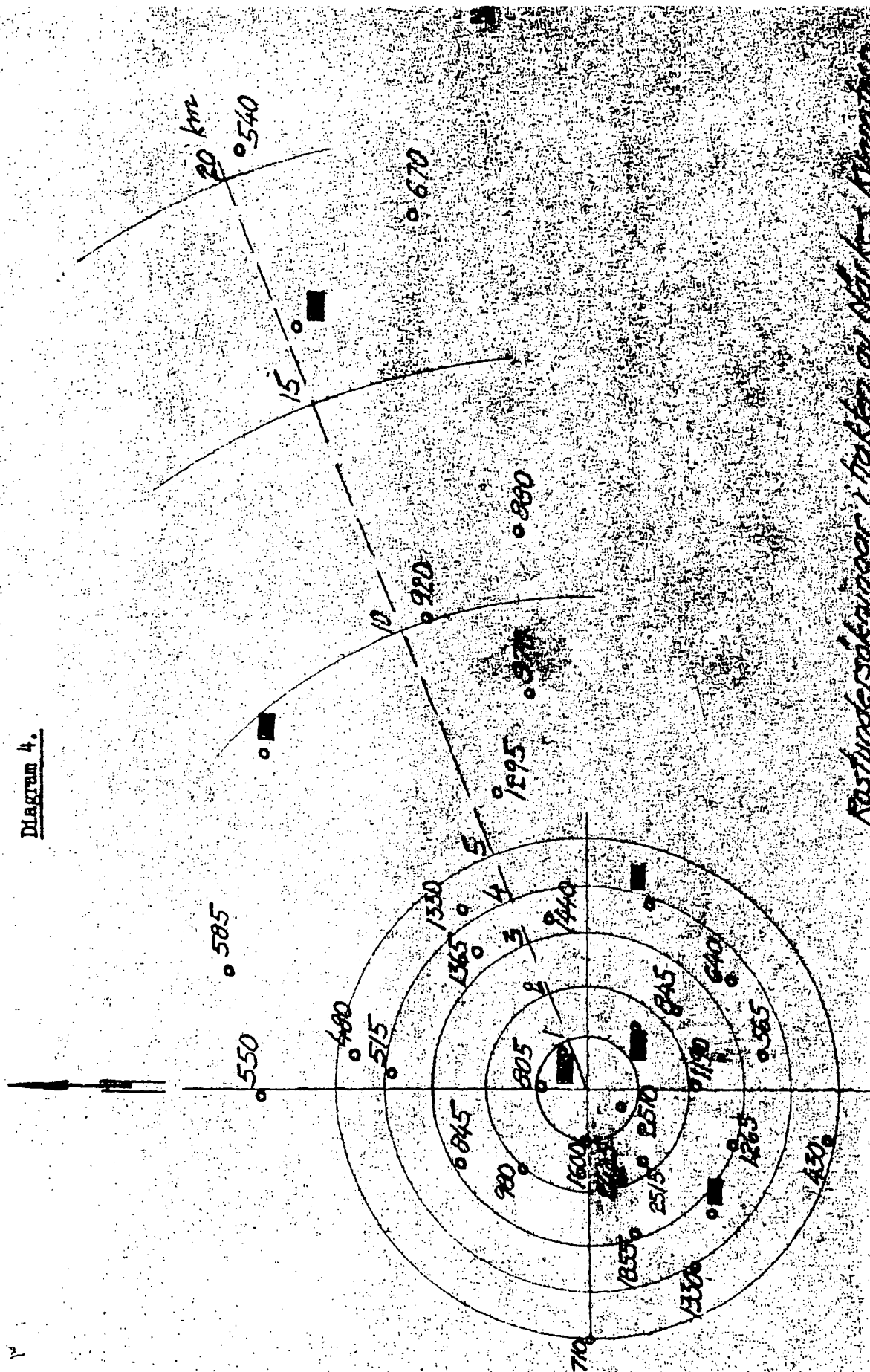
De järnplåtar som utsattes 1947 för exponering i Kvarntorps omgivningar har nu efter 10 år intagits och undersökts kemisk eller mekanisk avrostning. Resultatet angivet i Yrkultursundersökning framgår av diagram 3-4.

1950 års plåtar kompletterades 1951 och 1952 med ett vanligt intagits en gång under året och är väl tillräckligt. De siffror som angivas utanför cirkelna i diagram 3-4 över Yrkultursundersökning, som inträtt under 1956-57, de som utgöra för perioden 1950-1957. Någon antydning till ökad förorening av luften före

Under 1956 utsattes nya järnplåtar på observationer omkring Yrkultursindustrien. Plåtarna ligger i närheten av Kvarntorps med cirka 60 % av den förorening som tidigare har ligger mot Kvarntorps. Resultaten kan redovisas för 1956-57 års exponering och kan då möjligen användas vid skaderegistrering mellan Yrkult och Kvarntorps.



Diagram 4.



Rastundersøkelinger i trafikken av Nærkes Flyområde

Under 10. vinterperioden 1947-51

Sikkerhetsoppsettene har blitt sett på som mest utfordrende i de utfylte notatene. Det har vært en utfordring å finne ut av hvordan de ulike flyene har blitt plassert og hvordan de har blitt

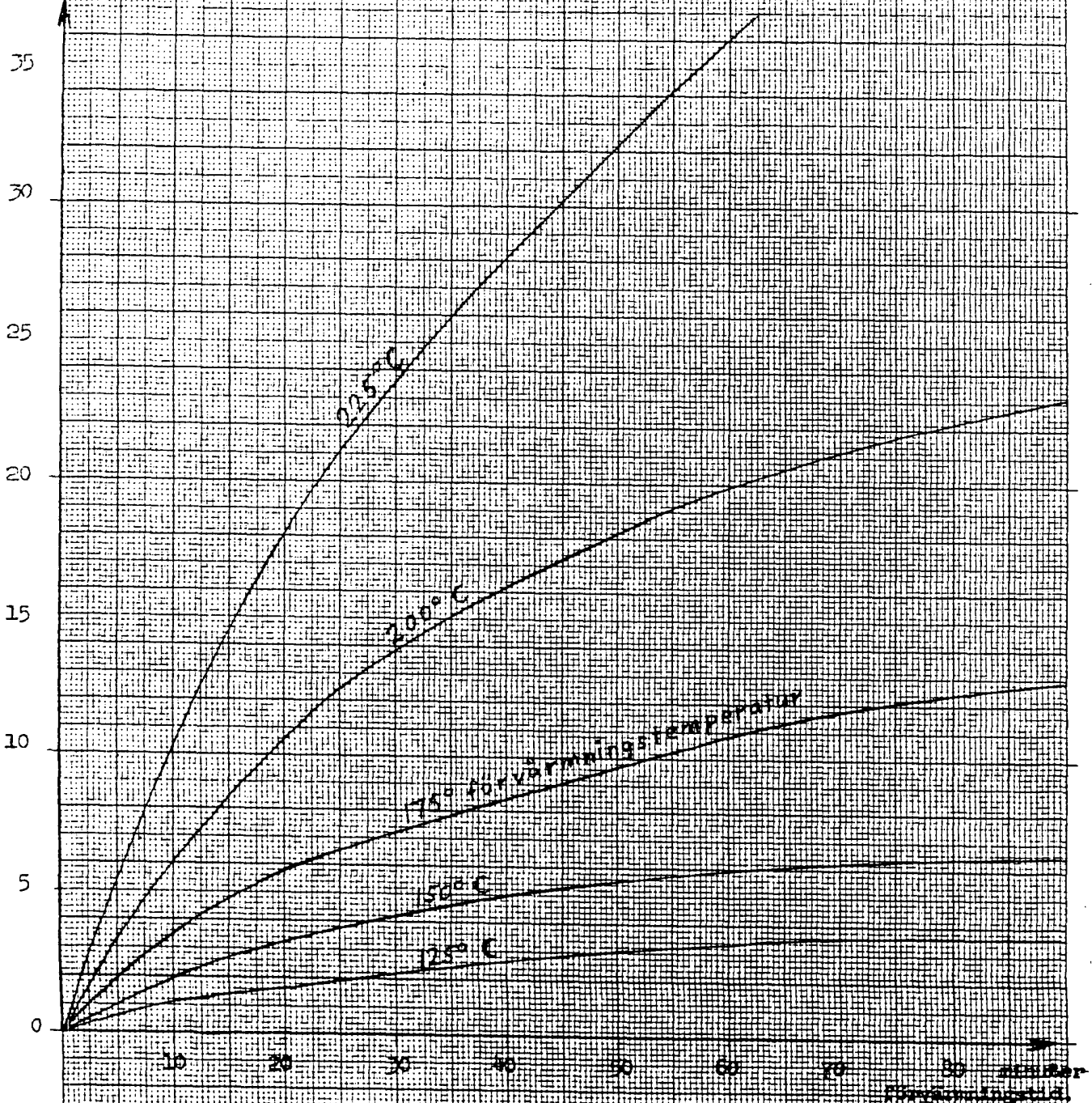
För olika kornstorlekar genomsnittlig olje-  
förlust vid pyrolys efter förvärmning med  
luft.

7

Diagram 1.

Oljeförlust

3 av tng. sluffens  
standardanalysolja.



523 A4  
SIS 73 25 01  
1 x 1 mm

ESSEUT  
4446

#### 4. Fluidiseringsförsöken.

Beträffande pyrolys av finkornig skiffer i fluidiserat tillstånd redovisades i förra årsredogörelsen, att för erhållande av maximala olje- och gasutbytet fordrades långa medeluppehållstider även vid höga pyrolystemperaturer och att oljebildningshastigheten ökade allt långsammare med stigande temperatur. Kornstorleken inverkar dessutom så att oljeutbytet sjönk med ökad kornstorlek.

För att få en bättre uppfattning om pyrolysmekanismen och data över pyrolysförloppet har utförts en serie pyrolysförsök under isotenna förhållanden. Tekniken är den att till en större mängd sand, som fluidiserar och som värmts till önskad temperatur sätta en mindre mängd skiffer och sedan följa olje- och gasbildningen samt analysera uttagna koksprov.

Tidigare undersökningar ha visat, att kerogensönderdelningen är en första ordningens reaktion, medan olje- och gasbildningen icke synes vara av bestämd ordning utan sker med avtagande hastighet ju längre pyrolysen fortskrider. Kornstorlekens inverkan är föga undersökt, men vid relativt långsam upphettningshastighet har ingen inverkan märkts.

De under året utförda försöken har utförts i den tidigare beskrivna apparaturen vid temperaturer mellan  $375^{\circ}$  och  $525^{\circ}$  och med kornstorleken mellan 0,125 och 2,0 mm i snäva fraktioner.

Oljebildningshastigheten avtager med tiden, varför alltså oljebildningen icke sker efter en enda första ordningens reaktion. Sannolikt har man att räkna med en serie första ordningens reaktioner och oljebildningen sker genom en serie krackningsreaktioner, som förlöpa allt långsammare. Man skulle också kunna tänka sig, att den allt långsammare oljebildningen skulle bero på allt långsammare förångning av primärt bildad olja, vars höghokande fraktioner förångas långsamt. Detta strider

emellertid mot den tidigare erfarenheten, att oljan blir allt lättare ju längre pyrolysen framskrider. Hastighetskonstanten ( $k$ ) och dess temperaturberoende har bestämts och därur har aktiveringsenergien beräknats. Vid slutet av pyrolysen har  $k$  sjunkit till hälften av sitt begynnelsevärde.

Ej heller gasbildningen sker som en enda första ordningens reaktion. Hastighetskonstanten avtager under pyrolysens förlopp. Gasens sammansättning ändras mycket litet under pyrolysens gång, varför gasbildningen approximativt kan följas genom uppmätning av gasen.

Någon strikt parallellitet mellan olje- och gasbildningen föreligger icke, utan proportionen mellan dem ändras med försökstemperatur och pyrolysggrad. Vid  $425^{\circ}$  och däröver har förhållandet bildad olja/gas ett högsta värde i början av försöket. Förhållandet var högst vid  $425^{\circ}$  och avtog med stigande temperatur. Vid  $375^{\circ}$  ökade förhållandet under försökets gång. Gas bildas dels vid den primära kerogensönderdelningen, dels vid sekundär krackning. Gasbildningen pågår vid de högre försökstemperaturerna långt efter det oljebildningen upphört.

Gasbildningens temperaturkoefficient har icke kunnat bestämmas med någon större säkerhet. Den synes öka under pyrolysens gång. Vid högre temperaturer tenderar halten omättade kolväten att sjunka något under pyrolysen, medan halten mättade kolväten i det närmaste är konstant och vätehalten ökar från 16 till 27 %.  $\text{CO}_2$ - och  $\text{CO}$ -halterna är högst i början och sjunker snabbt till halva begynnelsevärdet. Kornstorleken synes icke inverka särskilt på gasens sammansättning. De grövsta kornen 1,5 - 2 mm ger dock mindre gasmängd.

Både olje- och gasbildningsresultaten samt koksanalyserna tyder sålunda på att åtminstone de grövsta kornen orsakar sämre pyrolyseresultat. Ingen tillfredsställande teoretisk förklaring kan lämnas, varför stora korn även vid långa pyrolystider ger ofullständigare pyrolys.



Möjligen kan en långsammare pyrolys resultera i att kerogenet till en del förvandlas till föreningar, som är svårare att pyrolysera. Någon skillnad i kvaliteten mellan korn av olika storlek kan analytiskt icke konstateras.

Genom ovannämnda försök har ytterligare kunskap vunnits om pyrolysförloppet, men flera försök i modifierad försöksapparat är nödvändiga.

## 5. Byggnads- och vägmateriäl.

### a. Byggnadskalk.

Laboratoriets uppgift har, när det gällt byggnadskalken, närmast varit att försöka höja kvaliteten ytterligare. Förutom nya luftinträngningsmedel har undersökts, hur vissa tillsatser till kalken inverkat på hållfastheten. Det har därvid konstaterats, att fetare bruk medför högre hållfasthet, men att ren kalkdeg dock blir relativt svag. En tillsats av 2,8 vikts % aluminiumsulfat höjer hållfastheten cirka 30 %, och vid en tillsats dessutom av  $3 \frac{1}{2}$  % vägsalt höjes hållfastheten ytterligare ca. 35 %. Vid en tillsats av 10 vol. % gips blir hållfasthetsökningen ca. 40 %. Bindetiden blir normal och hållfastheten har efter 5 månader ökat med ytterligare ca. 10 %. Vattningens betydelse för bruket är stor. Oavsett blandningsförhållandena ökar vattningen hållfastheten med 20-30 %. En lufthalt upp till 15 % har ingen hållfasthetsförändring till följd.

Nya normer för kvalitetsbestämning av bruk ha diskuterats. Enligt dessa kommer vår kalk i ett sämre läge än det den för närvarande har.

Även bindetiden för kalk, som användes under olika fuktighetsförhållanden och på olika underlag, har undersökts. Vid dålig tork eller vid dåligt sugande underlag bör ca. 20 vol. % portlandcement tillsättas kraftkalkbruk 1:5.

### b. Mursten, mellanväggsplattor och dräneringsrör.

De i Tyckland utförda försöken att genom torrpressning av en blandning av aska, kalk och vatten tillverka mursten ha nu med klart negativt resultat definitivt slutförts. Vi skola istället genom strängpressning försöka erhålla sten av godtagbar kvalitet. I en sådan press skall också mellanväggsplattor tillverkas. De i Svedala utförda första undersökningarna voro lovande. Efter ångbehandling av plattorna hade dessa en hållfasthet av  $90 \text{ kg/cm}^2$  vinkelrätt mot och  $180 \text{ kg/cm}^2$  i strängpressriktningen. En inköpt strängpress är just under montering i Kvarntorp. I denna strängpress skola också försök att göra dräneringsrör utföras. Kemiskt torde rörens kvalitet bli sådan, att de utan tvivel kan godkännas.

### c. Expansion av skiffer.

De i förra årsredogörelsen omnämnda expansionsförsöken med skiffer ha kompletterats med försök att expandera den s.k. grönskiffern, d.v.s. den skiffer, som ligger under oljeskiffern. Expansionen blev tyvärr alldeles för otillräcklig, nämligen 1,5 - 2,5 gånger. Expansionsförsöken äro därmed avslutade med rent negativt resultat.

### d. Vägmaterial.

Den nästan helt utbrända fraktionen 0 - 5 mm av Kvarntorp-ugnarnas aska blandad med 20 % cementfin osläckt kalk och 2 % vägsalt binder mycket snabbt. Denna massa hårdnar ytterligare vid ångbehandling. Massan har utlagts som slitbana i en armerad betongväg av 20 meters längd och 4 meters bredd. Vägsträckan är förlagd inom verket och är hårt trafikerad. Först efter ett år kan man uttala sig om produktens användbarhet som vägmaterial.

### III Oljeproblem.

#### 1. Bensinraffinering.

Som tidigare meddelats måste en katalytisk krackraffinering av råbensinen utföras i två steg, ett första hydreringssteg och ett andra reformeringssteg. Allt efter driftbetingelserna erhålles olika utbyten av bensen av varierande kvalitet. Det första steget, hydreringen, innebär behandling av en för petroleumindustrin okänd råvara, medan reformeringen av den hydrerade produkten knappast innebär någon nyhet. Arbetet har för den skull koncentrerats på hydreringssteget.

En serie förberedande laboratorieprov i bänkskala hade givit vid handen, att råbensinen icke behövde underkastas någon förbehandling, att hydreringen kan utföras med torr skiffergas eller konverterad spaltgas, att råbensinen icke bör lagras före hydreringen, att Co-Mo-Al-katalysatorn behåller sin aktivitet inom ett mycket stort temperaturintervall (200-475°), vilket innebär förenklade driftbetingelser och att renbränningen av katalysatorn med luft och kväve återställer aktiviteten samt att inaktiveringen av en regenererad katalysator sker med samma hastighet som vid en ny katalysator. Som ett approximativt värde på katalysatorns livslängd kan anges, att man icke bör räkna med mer än 100-200 kg råbensin per kg katalysator. Därefter måste katalysatorn renbrännas.

För närmare studium av reaktorkonstruktionen, byggdes en halvstor apparatur med en nominell kapacitet av cirka 5 liter bensen per timme vid 15 atö. Apparaturen kan, om vissa glasdetaljer utbytas, användas upp till 50 atö.

Råbensinen filtreras genom ett keramiskt filter och pumpas till en förvärmare, där den under 50 atm förvärmes till 300°. De expanderar därefter till en förångare, där temperaturen är 250 och

trycket detsamma som arbetstrycket. Till denna förångare inledes till  $325^{\circ}$  förvärmad vätgas. Blandningen av bensin och vätgas överhettas därefter och ledes till reaktorn med en Co-Mo-Al-katalysator. Den hydrerade bensinen utkondenseras i kylare, varefter kvarvarande gas tvättas med lut, blandas med vätgas och återförs i systemet.

De viktigaste resultaten äro: En av processens kärnpunkter är förvärmningen av råbensinen. Den måste ske under högt tryck utan förångning, då kokningen blir omärkbar. Vid den efterföljande förångningen vid lägre tryck erhålles endast en liten tung oljerest (1 %). Reaktionshastigheten är så hög, värmeutvecklingen så stark och värmeledningsförmåga<sup>n</sup>/så låg, att reaktorn måste köras adiabatiskt med en högsta sluttemperatur på  $475^{\circ}$ . Katalysatorns livslängd är ungefär den som erhållits vid försöken i bänkskala och renbränningen medför icke några svårigheter.

Det andra steget, reformeringssteget, har icke studerats i den halvstora apparaturen utan endast vid modellförsök med rena kolväten.

Som reformeringakatalysator användas antingen platina eller Co-Mo-Al. Bensinproduktens kvalitet är oberoende av vilken katalysator, som användes, men koksbildningen är betydligt mindre på platina. Försöken har därför koncentrerats på denna senare katalysator.

Kommersiella platinakatalysatorer, som dehydrera naftener till aromater eller hydrokracka och isomerisera paraffiner, ha framställts. Tyvärr har vi icke lyckats framställa någon sådan, som aktiverar båda dessa reaktioner. Ej heller var detta förhållandet med en av prof. Groth erhållen katalysator. En annan förmåga, nämligen att överföra paraffiner till aromater, tillskrives de kommersiella platinakatalysatorerna. Även häruti har vi hittills misslyckats.

Raffineringsförsök har också utförts hos BASF och Lurgi i Tyskland. Resultatet av dessa undersökningar, som också ligger till grund för den offert som avlämnats, kan sammanfattas så, att oberoende av försöksbetingelserna erhålles alltid stabila och svavelfria bensinprodukter. Utbytet är direkt beroende av det oktantal, som önskas. Vid ett 90 %-igt utbyte erhålles oktantalet 90 och vid ett 80 %-igt oktantalet 99, under förutsättning att bensinen försattes med 0,06 vol % bly. De muntliga uppgifter som lämnats ha varit svävande, varför en skriftlig rapport har begärts.

## 2. Den tunga oljan.

### a. Hydrering.

De flesta tyngre oljor kan förbättras genom hydrering. För att processen skall bli ekonomisk fordras tillgång till billigt väte.

I förra årsredogörelsen rapporterades att genom hydrering vid lågt tryck bortskaffades svavelföreningarna och olefinerna mättades, medan endast en del av kväveföreningarna avlägsnades och aromaterna förblev opåverkade. Högre tryck ( $> 100$  atm) är nödvändigt och som första undersökning pågår nu modellförsök med rena kolväten med en  $\text{CoMoAl}$ -katalysator. I samband härmed utarbetas också analysmetoder och de olika kolvätena i dieselfraktionen ( $200-350^{\circ}$ ) kartlägges.

BASF har utfört hydreringsförsök med toppad Ljungströms-olja och toppad ugnsolja. Den förra kunde hydreras direkt vid 100 atm och  $400^{\circ}$ , varvid erhöles 25-30 % tungbensin ( $70-200^{\circ}$ ) med oktantalet 85 (0,04 % bly) och 75-80 % dieselolja med cetantalet 22. Ugnsoljan kunde icke hydreras direkt utan 65 % av olja<sup>n</sup>/avdestillerades ( $< 360^{\circ}$ ). Denna del gav vid hydrering 30 % tungbensin och 70 % dieselolja med 82 i oktantal resp. 23 i cetantal.

Det alltför låga cetantalet tyder på att aromaterna praktiskt taget icke hydrerats.

Husky Oil i Amerika har också försökt hydrera toppad ugnsolja. De har kommit till ungefär samma resultat som BASF. En dieselfraktion ( $< 350^{\circ}$ ) utgörande 57 % av oljemängden hydrerades vid 35 atö och  $400^{\circ}\text{C}$ , varvid erhöles en produkt med 0,6 % svavel. Vätekonsumtionen  $73 \text{ m}^3/\text{t}$  olja är fyra gånger den man räknar med vid hydrering av en olja med motsvarande svavelhalt. En kraftig hydrering har sålunda ägt rum men trots detta är produktens cetanindex endast 24 mot 21 för den ingående produkten.

Union Oil i Amerika anser, att hela råoljemängden sålunda inklusive bensinen och utan att destillera av någon tung fraktion utan svårighet kan hydreras. Något definitiv rapport har icke erhållits men av hitsända prover att döma ha samtliga aromater hydrerats till motsvarande naf-tener men någon fortsatt hydrering har icke skett. Dieselfraktionens cetantal blir därför fortfarande för lågt, men kan kanske höjas tillräckligt genom tillsats av någon tändningsaccelator. Väteförbrukningen är dessutom oerhört stor.

#### b. Koksning.

Som ovan sagts blir vid hydrering av skifferolja väteförbrukningen mycket hög, om man hydrerar hela oljemängden. För att minska väteförbrukningen kan före hydreringen genom destillation den tyngsta delen avskiljas, men om denna del icke skall bli va för stor blir den av beek-natur utan något egentligt värde. Om ingen destillation företages före hydreringen måste efter denna fraktionen över  $350^{\circ}$  avskiljas. Inom petroleumindustrien användes denna del som råvara för katalytisk krack-ning. En sådan utväg är i Kvarntorp otänkbar, då kvantiteten blir för liten för en sådan anläggning. Möjligen blir det en eldningsolja nr 4.

Utvägen blir då den, att i stället för hydrering underkasta den toppade oljan en koksning, då man erhåller en lämplig olja för hydrering och en återstod i form av koks. Intresset för denna senare produkt är stort, om den kan användas för elektrod-tillverkning eller för metallurgiska ändamål. Prov utförda i Amerika och Östtyskland ge vid handen att skifferkoksen är tillräckligt ask- och svavelfattig för att lämpa sig för elektrod-tillverkning. Grafiteringsförmågan är tillfredsställande. Koksningen skulle sålunda som huvudprodukt ge gasol, bensin, motorbrännolja och högvärdig koks.

#### IV. Gasproblem.

##### 1. Syreborttagning och svavelkonvertering.

Avox-anläggningen igångsattes den 12 maj. De förväntningar man ställde ha helt infriats. Katalysatorn är efter 5 månaders drift ännu lika aktiv som vid starten och syrehalten i rågasen efter reaktorerna är så låg att den icke är analyserbar.

Svavelkonverteringen i Girdler-anläggningen har efter igångsättningen den 8 juni liksom syreborttagningen i Avox fungerat helt tillfredsställande. Den totala svavelhalten i den till ammoniak-anläggningen ingående rengasen ligger omkring  $50 \text{ mg/Nm}^3$ , vilket är ett mycket lågt värde och bättre än vi vågat hoppas på.

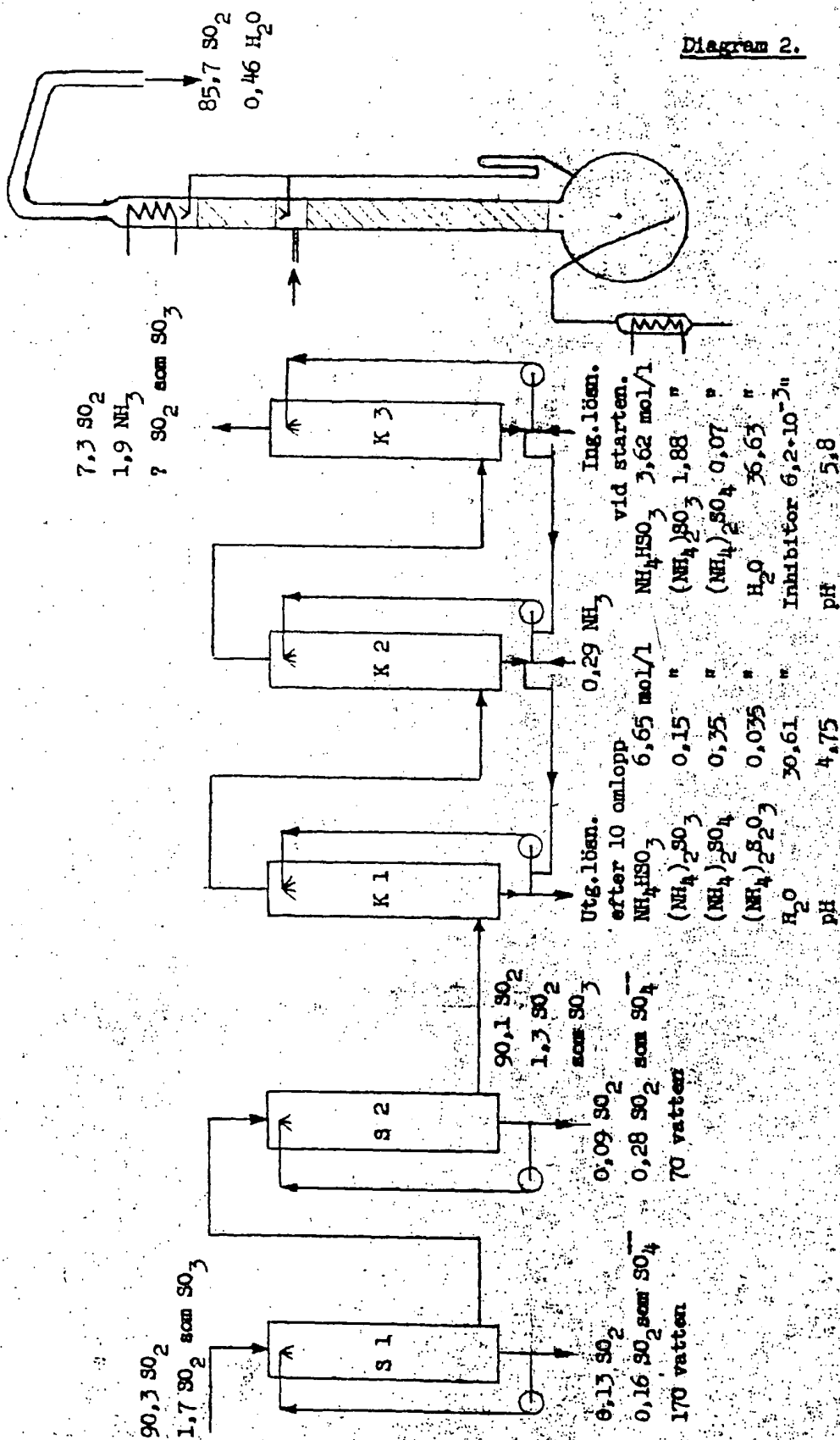
##### 2. Rökgaserna.

###### a. Rening av rökgaserna.

Den för rökgasreningen uppförda halvstora anläggningen på  $35 \text{ Nm}^3$  rökgas per timme har nu varit i drift över ett halvt år och värdefulla erfarenheter ha vunnits vid försöken.

Den varma rökgasen pass rar först ett elektrofilter med mycket stor överkapacitet ( $1000 \text{ m}^3 \text{ gas/h}$ ). Rökgasen går därefter till toppen av en vattenskrubber (S 1 diagram 2). Den bestrålas där i medström

Diagram 2.





med vatten från fyra hårdporslinsdysor. Sedan gasen passerat ytterligare en skrubber och en droppfångare kommer den in i första absorptionstornets botten (K 1). Absorptionslösningen tillföres i tornets topp och cirkulerar i motström. Gasen får därefter passera ytterligare två absorptionstorn (K 2 och K 3). Tornen, som har en inre diameter av 6", äro fyllda med Raschig-ringar av oglaserat porslin.

Absorptionslösningen från absorptionstorn K 1 pumpas till destillationsapparaturens förvärmare och därifrån in i destillationskolonnen. Den från kolonnens topp avgående svaveldioxiden uppmättes och avleddes till atmosfären.

I diagram 2 är inritat en balans i kg från ett representativt försök. Som synes är  $\text{SO}_2$ -förlusterna i tvättvattnet relativt små och  $\text{SO}_2$ -halten i utgående rökgas låg.  $\text{SO}_2$ -balansen är icke exakt, enär en del  $\text{SO}_2$  har avdrivits ur absorptionslösningen. Hur halten  $\text{SO}_2$  förändras under processens gång framgår av tabell 2.

Tabell 2.

Ingående rökgas	Tvättvatten	Efter K 1	Efter K 2	I utg.rök-gas ef.K 3	Utvunnen $\text{SO}_2$
0,8 %	< 0,002 %	0,45 %	0,17 %	0,07 %	ca. 90 %

Den vid desorptionen erhållna svaveldioxiden är ca. 98 %-ig.

Förutom försöken i den halvstora apparaturen har laboratoriemässigt vissa bireaktioner studerats. Dessa äro ännu icke avslutade. De äro av två slag, oxidation av sulfitjonerna till sulfat och termisk sönderdelning av bisulfitjonerna till sulfat, tiosulfat och elementärt svavel.

Oxidationen minskar vid lågt partialtryck på syret, vid låg temperatur, vid närvaro av inhibitorer, vid kort kontakttid och liten kontaktyta, med hög koncentration på lösningen och vid lågt pH. Den termiska sönderdelningen hålles tillbaka vid låg temperatur och vid låg halt av tiosulfat i lösningen.

Vid kylning av rökgasen kan man i stället för vatten använda olja. Om man kunde finna en olja, som har god beständighet mot oxidation och mot svaveldioxid samt lågt ångtryck vore det tänkbart att man kunde arbeta vid sådan temperatur, att oljans värmeinnehåll skulle kunna användas för alstring av vattenånga. Av utförda undersökningar på olika oljor även syntetiska sådana framgår, att man icke vågar räkna med högre oljetemperatur än  $200^{\circ}$  och att endast syntetiska oljor äro att räkna med vid denna temperatur. Alla övriga koksar i för hög grad. Ångtrycken för de hittills undersökta syntetiska produkterna äro emellertid samtliga höga.

#### b. Luftföroreningar i Kvarntorps omgivningar.

För att få ett mått på  $\text{SO}_2$ -halten i atmosfären runt Kvarntorp ha Liesegangs-klockor liksom förut om åren varit utplacerade på de platser, som framgår av diagram 3. I tabell 3 har angivits medel- och max.-halterna svavel i mg per 100 tim. Vindfördelningen under året framgår av diagram 4. Som ett allmänt slutomdöme kan sägas, att en tendens till minskad  $\text{SO}_2$ -förorening av luften förefinnes.

Vid granskning av primärsiffrorna framgår det att de högsta topparna och det största antalet toppvärden inträffar under vinterperioden.

Medelhalten av damm och sulfat i ton per  $\text{km}^2$  och månad framgår av diagram 3 och tabell 4. I denna senare äro också motsvarande mängder för föregående år införda. Halterna äro bestämda på nederbördsvatten uppsamlat per månad. Värdena äro över lag lägre än närmast föregående år.

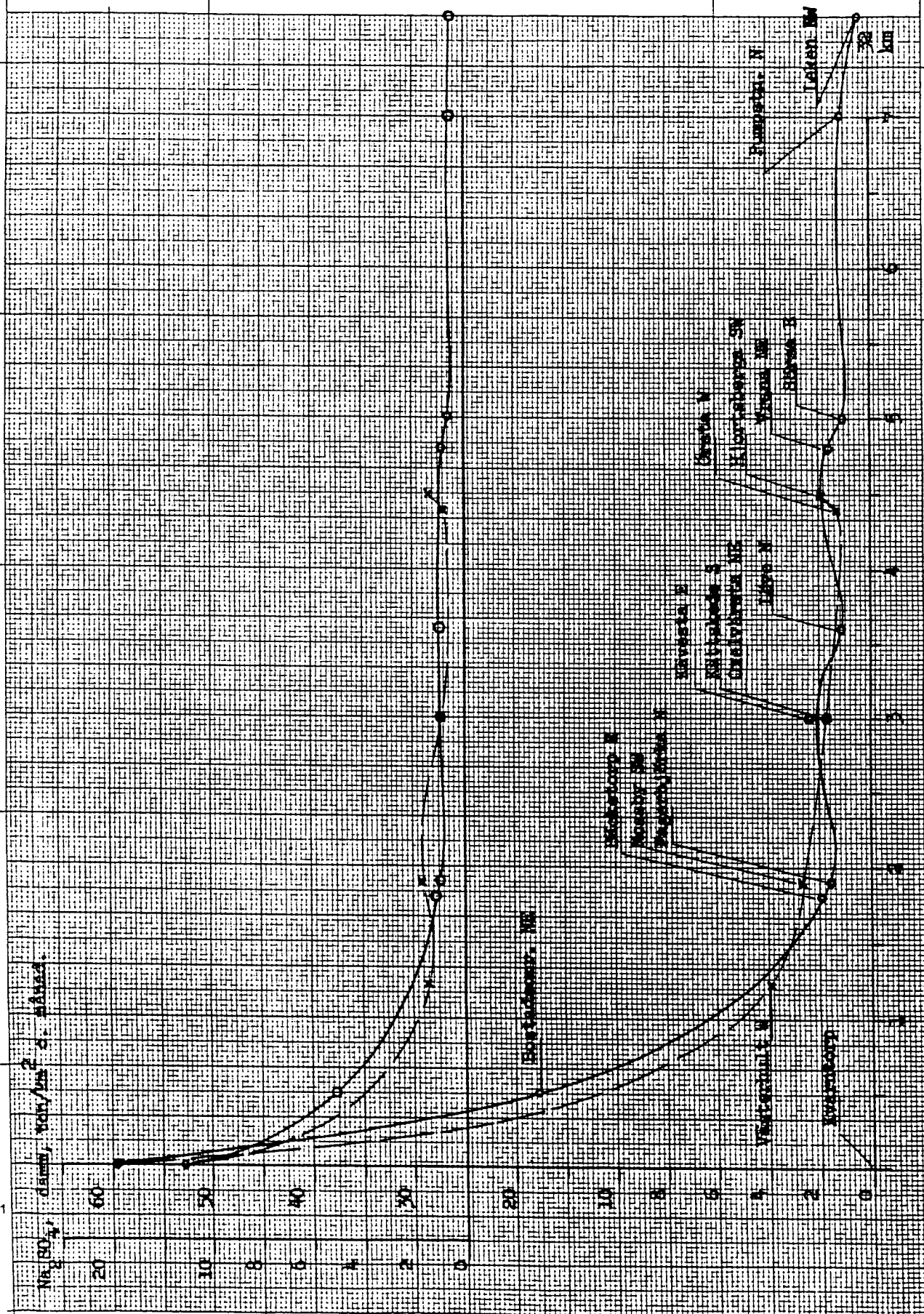
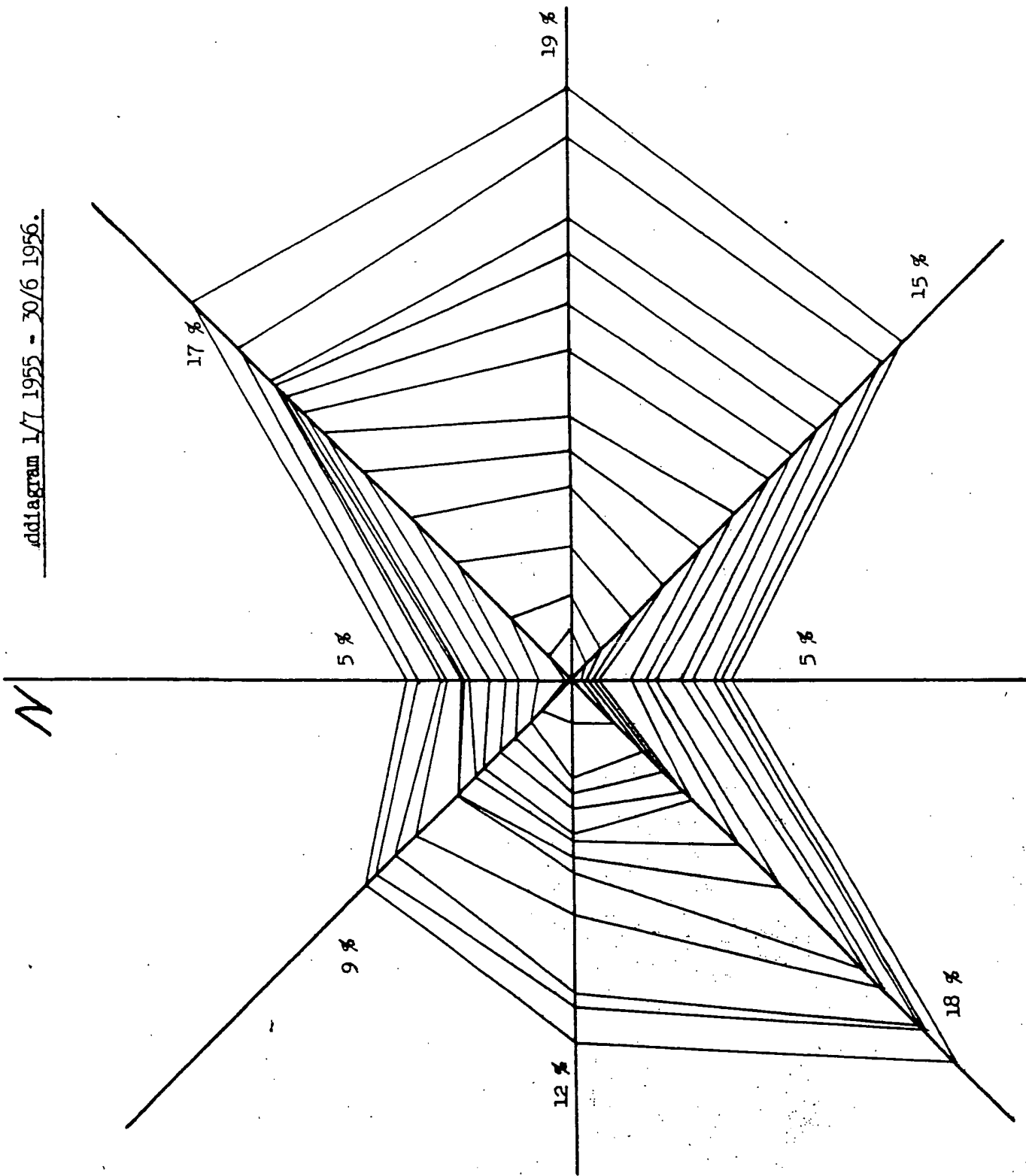


Diagram 4.

ddiagram 1/7 1955 - 30/6 1956.



Tabell 3.

Svavel i mg/100 h

Max.värden för 4 månaders perioder.

Stn	1954		1955		1956	
	h	v	s	h	v	s
Vr	24	19,2	8,0	10,2	10,3	11,2
Ox	35	21	12,3	19,0	12,1	21,2
Kä	23	32	16,3	20,0	24,0	33,6
Bä	35	42	27	28,0	30,0	41,6
Fa	23	14,5	9,3	18,2	14,5	6,5
Bo	82	60	105	42,0	42,5	64,3
Kv	122	177	120	94	116	99
Vä	24	27	28	16,0	26,4	19,0
Mo	13,0	48	22	12,4	26,5	20,8
Hy	25	94	20	14,4	34,0	25,4
HJ	14,5	20	51	13,1	32,8	15,6
Kätt	-	-	20	9,5	29,9	6,9
Käll	-	-	16,9	10,0	30,0	8,5
LJ	-	-	32	50,0	39,4	29,7

Medelvärden för 4 månaders perioder.

Vr	11,8	8,4	4,8	6,1	5,1	4,5
Ox	16,0	10,3	5,8	10,1	5,7	6,5
Kä	13,6	18,3	7,6	10,2	8,3	13,8
Bä	22	26	11,5	16,9	11,6	19,8
Fa	9,3	6,2	5,0	8,1	5,5	3,7
Bo	49	35	32	26,2	18,2	21,9
Kv	51	60	93	52,0	69,4	67,5
Vä	10,9	13,1	14,2	8,8	12,1	8,5
Mo	9,7	22	12,6	9,4	13,0	10,1
Hy	14,4	42	13,4	10,3	14,2	13,1
HJ	5,8	6,8	16,2	4,8	12,6	5,7
Kätt	-	-	8,6	5,7	9,5	3,7
Käll	-	-	6,7	5,6	9,4	4,4
LJ	-	-	19,2	26,5	20,7	21,2

Tabell 4.

Stn	1955-56	1954-55	1955-56	1954-55
	$\text{Na}_2\text{SO}_4$		Damm	
Kv	12,8	17,4	59,6	58,1
Fa	1,0	1,5	1,5	2,9
Lä	0,9	1,1	1,1	1,5
Pu	0,6	1,0	1,1	1,1
Bo	5,0	6,9	17,8	25,6
Ox	0,9	1,5	1,7	2,2
Vr	0,8	1,2	1,6	2,0
Bä	1,1	1,8	2,0	2,6
Kä	0,9	1,4	2,3	2,5
Sö	0,5	0,8	1,0	1,0
Lj	1,5	2,3	2,4	3,0
Käll	0,6	1,0	1,0	1,3
Kätt	0,8	1,3	1,7	2,0
Mo	1,6	2,2	2,7	2,6
Hy	2,0	3,2	2,6	3,0
Vä	1,5	2,2	3,9	3,8
Ör	0,8	1,2	1,3	1,1
Få	0,8	1,5	1,4	2,3
Boh	0,7	1,1	1,3	1,8
Le	0,5	0,9	0,4	0,6

### c. Korrosion och rostning.

De sedan flera år påbörjade material- och rostundersökningarna pågå. Några definitiva resultat föreligga ännu icke, men i vissa fall ha de erfarenheter som hittills vunnits resulterat i att förslag i materialfrågor kunnat lämnas driften.

Av diagram 5 framgår korrosionsangreppet på de av Statens Provningsanstalt utsatta provplåtarna. Siffrorna ange viktsminskningen i gram, de inom cirkelarna för perioden 1950-1956, de utom för året 1955-1956. De fyllda cirkelarna markera platser tillkomna 1952. En antydan till ökad förrostning öster om verket föreligger.

### V. Avloppsvattnet.

Den i förra årsredogörelsen deklarerade försämringen av avloppsvattnet upphörde under vintern och har nu förbytts i en klar förbättring. Sedan nu pyrolyspumpstationens kapacitet ökat är förbättringen sådan, att ingen anmärkning i något avseende kan riktas mot avloppsvattnet. Såväl järn- och fenol- som syrehalterna äro bättre än vad som fordras enligt Vattendomstolens beslut. Den inträdda förbättringen torde icke vara tillfällig utan med god skötsel av anläggningen bör den vara definitiv och sålunda bör alla svårigheter beträffande avloppsvattnets kvalitet vara eliminerade.

### VI. Uppgifter av rent analytisk natur.

Övergången till att använda mera fysikaliskt inriktade analysmetoder pågår. Under året har inköpts en Pulfrichs refraktometer och en röntgenapparat för studium av bl.a. katalysatorer. Den förra är i drift. Den skall ersätta den mindre noggranna och numera ganska uttjänta Abbés refraktometer. Röntgenapparaturen är ännu icke driftsklar. Under året har ju både Girdler och Avox kommit igång och lämpliga gasanalysmetoder har utprovats. Mycket tid har också åtgått för att utexperimentera analyser, som äro behöfliga, när ammoniakanläggningen igångsattes under höstens lopp.





VII. Aktuella problem för kommande året.

Undersökningarna i experimenttugnen kunna i det närmaste anses vara slutförda likaså försöken över den nya bensinraffineringen. Rök-gasreningen, stybbproblemet samt byggnads- och vägmateriälfrågorna be-arbetas ytterligare. Beträffande rökgasreningen kan möjligen vidgat samarbete med ryssarna påskynda lösningen av frågan. De ha ju redan 3 à 4 års erfarenheter från en anläggning i stor skala. Vad gäller stybbproblemet, kommer kanske den kontakt vi redan haft med Tyskland att under året utvidgas att också gälla Amerika. Eldningsoljans föräd-ling genom koksning kommer under året att närmare tagas upp till be-arbetning. Undersökning av utländska skiffrar kommer att fortgå i den mån sådana anländer till Kvarntorp. Driftforskning och analytisk grundforskning kommer att bedrivas i den takt personal- och labora-torieutrustning tillåter.

Närkes Kvarntorp i oktober 1956

*B. Niljöcker*

R e d o g ö r e l s a

Över verksamheten vid Svenska Skifferolje Aktiebolagets  
laboratorium i Hårken Evarntorp 1.7. 1956 - 30.6. 1957.

# Innehållsförteckning

	sid.
I Inledning .....	1
II Skiffer- och askproblem .....	1
1. Utländska skifferar .....	1
a. Jugoslavien-skiffer .....	1
b. Polen-skiffer .....	3
2. Undersökningar i experimentugnen .....	3
3. Fluidiseringsförsöken .....	4
4. Byggnads- och vägmateriäl .....	7
a. Byggnadskalk .....	7
b. Porballast .....	8
c. Mursten .....	9
d. Vägmateriäl .....	10
III. Oljeproblem .....	10
1. Hydriering .....	10
2. Kokning .....	11
IV Gasproblem .....	12
1. Svavelrening .....	12
2. Rökgaserna .....	13
a. Rening av rökgaserna .....	13
b. Luftföroreningar i <u>Kvarntorps</u> omgivningar .....	15
c. Korrosion och rostning .....	20
V Avloppsvattnet .....	24
VI Uppgifter av rent analytisk natur .....	24
VII Aktuella problem för kommande året .....	25

## I. Inledning.

Laboratoriets personalstyrka är oförändrad sedan föregående år. Undersökningar av pyrolys och förgasning av skiffer i fluidiserat tillstånd, rökgasrening, kokning av olja samt av byggnads- och vägmateriel pågå och väntas fortsätta under nu löpande budgetår.

## II. Skiffer- och askproblem.

### 1. Utländska skifferar.

#### a. Brasilien-skiffer.

Ett från Iraki i Brasilien erhållit skifferprov på ungefär 500 kg krossades ned till 2<sup>o</sup> mm. En Fischer-analys gav vid handen, att skiffern gav 8,5 % olja. En standardanalys gav 7,6 % olja, 3,5 % vatten, 3,3 % gas och en kokrest på 86 %.

Material- och värme-balanserna baserade på 1 kg skiffer framgår av tabell 1.

Tabell 1.

	Vikt	Total C	H	S	Kalorier
In: Skiffer	1000	165,8	23,9	34,2	1950
Ut: Olja	76	65,6	8,8	0,8	785
Gas	38	13,9	5,1	13,2	290
Vatten	35	-	3,9	0,2	-
Koks	860	85,8	5,6	18,0	850

Oljan, som håller ca. 25 vol.-% bensin, har ca. 1 % svavel och 0,5 % kväve. Den har låg specifik vikt och är av paraffinisk karaktär. Gasen håller ca. 24 % svavelväte och 30 % kolväten jämte ca. 6 % gasol. Dess undre värmevärde är omkring 7000 kcal/m<sup>3</sup>

Koksens svavelhalt är 2,1 %. Askans mjukningspunkt ligger omkring  $1100^{\circ}$  i omkändande atmosfär.

Irati-skiffern är mycket lik Kvarntorp-skiffern och Bergh-Kvarntorp-metoden är utan tvekan den metod, som är den lämpligaste, när det gäller att pyrolysera Irati-skiffern. Vi ha för vederbörande firma i Brasilien förklarat, att vi är beredda att genomföra ett försök med 75 ton i vår experimentugn.

#### b. Jugoslavisk skifferolja.

Från Jugoslavien har tillställts oss ett fat skifferolja, framställd ur Aleksinac-skiffer i en "Gas-combustionretort". Frågan gällde att undersöka denna olja och jämföra den med den olja, som framställts ur Aleksinac-skiffer i Kvarntorps experimentugn.

Man kan icke draga alltför vittgående slutsatser av denna jämförelse. Skillnaden består i huvudsak däri, att Bergh-Kvarntorp-metoden ger en bättre oljekvalitet med högre halt av lågkokande benzin- och oljekomponenter. Viskositet, askhalt, kokningstal, vattenhalt och sediment är klart lägre för den i Kvarntorp framställda oljan. Utbytet blir kanske lägre i Bergh-Kvarntorp-ugnen.

#### 2. Fluidiseringsförsöken.

De kontinuerliga förgasningsförsöken med skiffer och skifferkoks har helt dominerat under det gångna året. Vissa svårigheter med reaktorernas uppvärmningssystem vid den erforderliga höga temperaturnivån har medfört att försöken dragit ut på tiden. Då reaktions-temperaturen ligger vid  $900-950^{\circ}$  är dessutom sintringsrisken mycket stor. Värmeutvecklingen är beroende av gas hastigheten och av syrehalten i ingående gas. Värmeavledningen är beroende av huvudsakligen kornens

rörelser, vilka bestämmas av kornstorleken och gashastigheten.

Vid de första försöken, då låg gashastighet förekom, användes luft och vattenånga som förgasningsmedel. Genom att höja gashastigheten kunde syrehalten höjas till 35 % vid en korngräns på 1 mm. Så som processen nu utformas tycks en syrehalt på 35 % i ingående gas vara tillräcklig. Det har försökts att föra in koncentrerat syre på olika nivåer ovanför bottenplattan, men då har sintring inträtt. Den gashastighet, som kan användas vid förgasningen i fluidiserad bädd begränsas uppåt av det förhållandet, att för mycket fina korn icke bär ryckas med gasen och tvingas genom cyklonen eller föras ut ur reaktorn. Den erforderliga bäddhöjden får naturligtvis icke heller öka för mycket.

Det är givet att omsorgsfull utformning av bottenplattan, så att punkter med dålig strömning av det fasta godset icke kan uppstå, samt noggrann kontroll av gashastighet och kornstorlek är väsentliga punkter för stöningsfri drift.

I förra årsredogörelsen meddelades, att de bäddhöjder eller gaskontakttider, som kunde uppnås i laboratoriereaktorerne icke var tillräckliga för att nå god omsättning av bildad kolsyra vid förgasningen med luft. De fortsatta försöken med syrgas och vattenånga har visat, att den maximala bäddhöjden ca. 2 m, icke heller var tillräcklig för att nå tillfredsställande omsättning av ångan, även om den var högre än kolsyrans omsättning. Gasen håller därför mycket kolsyra i förhållande till koloxid och väte. Svavlet förgasas vid närvaro av ånga i betydligt högre grad än då torr luft användes, varför man får räkna med 1-2 % svavelväte i gasen, då skifferkoks förgasas med syrgas och vattenånga.

De hittills erhållna laboratorieresultaten har diskuterats med firma Lummus i Amerika och en preliminär processberäkning för en pyrolys-2-stegs förgasningsprocess har utförts. På grundval av diskussionerna har ett kompletterande försöksprogram för laboratoriereaktorerna upplagts. Detta skall vara genomfört under höstens lopp.

### 3. Övriga försök på skiffersidan.

Under årets lopp har utförts en undersökning av driftsförhållandena i Bergh-Kvarntorp-ugnarna och en provperiod har genomförts i den ombyggda Kvarntorp X. Provtagningen och siktanalyser för bestämning av grovkrossens, de elektriskt värmda siktarnas och Symonskretsens funktioner har utförts. Särskilda rapporter har utskrivits över samtliga dessa undersökningar.

Dessutom har strömningsförsök för att bestämma sambandet mellan tryckfall och gas hastighet, kornstorlek, siktanalys och godeslag utförts. De erhållna data äro ännu ej färdigbearbetade.

Pyrolysförsöken med skiffer från olika pallhöjder och platser i gruvan och analys av produkterna har fortsatts och avslutats, men resultaten har ännu icke bearbetats. Kristallvattenhalten i skiffern är av betydelse, varför försök att bestämma denna pågår. Den förefaller vara högre än vad geologerna uppskattat den till.

### 4. Byggnads- och vägmateriel.

#### a. Byggnadskalk.

Fortsatta undersökningar har utförts över kraftkalkens egenskaper och deras förändring genom inflytande av olika främmande faktorer. Så har t.ex. kornstorleken, vattenbehandlings och tryckytans inflytande på hållfastheten undersökts. Dessutom har mycket arbete nedlagts på problemet att förstärka kraftkalken, så att vi ska kunna möta de krav på högre hållfasthet, som kommer att ställas på bruk, om de

föreslagna nya provningsnormerna för puts och bruk officiellt fastställes. På provkroppar har konstaterats att ett bindemedel, som innehåller

13,5 % kraftkalk

1,0 %  $\text{CaCl}_2$

15,0 % cement

70,7 % skifferaska

ger i blandningsförhållande 1:4 tryckhållfasthetsvärden fullt jämförbara med KC 21/74.

Pelare- och murbruksprov planeras att utföras vid någon provningsanstalt.

#### b. Spackel.

Betongspackel användes numera i stället för putsning på betongväggar m.m. Det betingar goda priser och ger löfte om god förtjänst. Baserat på kraftkalk som en beståndsdel har ett betongspackel med goda fysikaliska egenskaper komponerats. Ett större prov har sänts ut att provas på en byggnadsplats.

#### c. Porballast.

Den ojämförligt mesta tiden har använts för att närmare studera tillverkning av porballast, d.v.s. expanderat material för byggnadsindustrin. Ifrågavarande projekt har nu kommit så långt, att vi tillsammans med Mälardalens Tegelbruk har inköpt en ugn för framställning av  $2 \text{ m}^3$  porballast per timme. Denna ugn är just nu under uppmontering.

Utförda laboratorieförsök har omfattat expansionsförsök med förvärmning till olika temperaturer med såväl ugn- som högaska. Därvid har konstaterats, att en förvärmning till  $400^\circ$  är lämplig,



medan högre temperatur tycks skada materialets expansionsbefordrande egenskaper. Goda porballastkroppar erhöles av högaska vid cirka  $1200-1250^{\circ}$ , om expansionstiden var cirka 15-20 min. Ugnaska gav sämre kroppar. Det fordras alltså en ganska hög temperatur och lång exponeringstid. Flera nedflussningsförsök gjordes på högaska med avsikt att försöka sänka temperaturen och förkorta tiden, men i intet fall erhöles så väl expanderade kroppar som tidigare. I samarbete med Mälardalens Tegelbruk har även utförts försök i roterugn. Dessa visade endast, att skifferaska fordrar högre temperatur än t.ex. lera.

En kalkyl för  $100.000 \text{ m}^3$  porballast per år visar, att goda förtjänstmöjligheter är för handen.

#### d. Vägmaterial.

Vägbeläggning med ett material bestående i huvudsak av kalk och aska är fortfarande aktuell. I samband med anläggandet av en ny infartsväg till industriområdet har räknats med ifrågavarande beläggning på en sträcka av ett par hundra meter. Askutsällningsanordning för bl.a. detta ändamål har därför anskaffats. Beläggningen beräknas läggas ut efter den 15 maj nästa år. Den tidigare lagda provvägen på 25 m, som lades för 2 år sedan inom verket, har stoppat bra trots mycket tung trafik. Statens Väginstitut har materialet under provning.

#### e. Mursten.

De vid Lina Tegelbruk utförda försöken att blanda in 20 % slungkvarnsmalen ugnaska i stället för sand gav vid handen, att en vackert röd godtagbar fasadsten kunde erhållas. Askans svavelhalt förorsakade emellertid saltutslag på en del stenar. Detta berodde, trodde man på bränningsapparaturen, varför försök istället kommer att utföras i en tunnelugn.

### III. Oljeproblem.

#### 1. Koksning.

Huvuduppgiften för den organiska avdelningen har liksom föregående år varit förädling av eldningsolja. Som första steg i denna förädling skulle oljan koksas, varvid de högkokande, beaktade beståndsdelarna skulle avskiljas.

Farbwerke Hoechst i Frankfurt har för vår räkning utfört koksning av vår olja i laboratorieskala, varvid erhöles en koks med nedanstående analys:

Glödgningsförlust	3,21 %
Svavel	0,98 %
Aska	0,18 %
Vanadin	0,1 p.p.m.

Enligt Hoechst håller de bästa i marknaden tillgängliga elektroderna 2,5 p.p.m. vanadin och då både ask- och svavelhalten ligger väl under de tillåtna max.-värdena bör förutsättningar finnas att av skifferolja göra en förstklassig elektrod. En provelektrod är tillverkad. Denna undersökes vid en till Hoechst ansluten firma. Om denna undersökning ger vid handen, att elektroden är fullgod, planeras att låta koka cirka 20 ton olja hos Hoechst.

En kokningsprocess kan icke bli ekonomisk, om den endast baseras på koks. I de flesta amerikanska raffinaderier är huvudprodukten "gasoil", som katalytiskt krackas till bensin, medan vid Hoechst gasen näsom råvara för petroleumkemikalier är huvudprodukten.

Som tidigare framhållits är "gas-oil"-fraktionen av skifferolja en mycket dålig råvara för krackning och nästan oduglig som dieselolja. Hydriering av denna är ekonomiskt möjlig endast om en kraftig ändring av prisrelationerna mellan eldningsolja, dieselolja och vätgas inträffar.

Möjligheten att kunna använda skifferoljan för specialändamål undersöks för närvarande. Närmast gäller det att klarlägga oljans kemiska sammansättning. Det är en mycket brett upplagd undersökning, vid vilken hydrering, dehydrering och kromatografisk separation kommer till användning samtidigt som ultraviolet- och röntgenspektrogram kommer att tagas upp.

#### IV. Gasproblem.

##### 1. Svavelrening.

Konverteringen av gasens organiska svavelföreningar till svavelväte, vilket sker i Girdler-anläggningen, är en katalytisk reaktion. Katalysatorn har levererats av Svenska Salpeterverken. Den är avsedd för konvertering av koloxid och har icke till alla delar fyllt de krav, som man har rätt att ställa på en regenererbar katalysator. Bland annat har den mekaniska hållfastheten visat sig vara dålig. För den skull har försök utförts i en liten modellreaktor. Katalysatorprover från Salpeterverken, England och Tyskland har undersökts. Resultatet av undersökningen visar, att en katalysator bestående av koboltmolybdat ( $3.5 \text{ Co} + \text{Mo}$ ) på en bärare av aluminiumoxid är mer aktiv än den vanliga järnkatalysatorn och vid oxidation ger den en mycket obetydlig värmetoning. Den mekaniska hållfastheten undersöks enligt en på laboratoriet speciellt utarbetad metod. Den vanliga järnkatalysatorn faller vid detta prov fullständigt sönder, medan CoMoAl-katalysatorn är praktiskt taget oförändrad.

Reaktionsmekanismen har studerats, men försöken är ännu icke färdiga. Så mycket är klart, att spaltningen av lägre merkapaner är en jämviktsreaktion, varför halten organiskt svavel i produktgasen är beroende av halten totalsvavel i ingående gas. Man bör därför sträva efter en omsorgsfull uttvättning av svavelvätet i svavelverken. En sorts av denna katalysator skall i höst inläggas i Girdler-anläggningen.

Om produktgasen befrias från bildat svavelväte och därefter får passera katalysatorn än en gång erhålles ytterligare svavelkonvertering. Den procentuella omräkningen i andra steget är lika hög som i det första. Detta innebär, att det är möjligt att genom en tvåstegsprocess erhålla en så svavelfri gas, att spaltning av metan och  $C_2$ -kolväten med ånga över Ni-katalysator för framställning av syntesgas blir möjlig. I samband med dessa försök har en rent analytisk undersökning utförts för bestämning av neutralsvavel genom bränning i lampa, speciellt vid de låga halten, som är att vänta vid en 2-stegsspaltning.

## 2. Rökgaserna.

### a. Rening av rökgaserna.

#### 1. Stoffavskiljning.

I ett litet provoclektrofilter från AB Svenska Fläktfabriken utfördes under 20 dygn stoffavskiljningsprov på rökgas från kvarntoro 1. Gasflöde och gas hastighet har under provet varierats. Rökgasens temperatur var omkring  $250^{\circ}$ . De utförda proven visar, att förutsättningarna för att använda elfilter är gynnsamma. Trots gasens sammansättning var det utfyllda stoffet torrt och hade svartbrun färg. På grund av  $SO_2$ -innehållet måste man räkna med viss korrosion. En avskiljningsgrad på över 97 % är ingen svårighet att åstadkomma.

I ett provoggregat av Bahco's multicyklontyp har utförts prov för att fastställa dels apparaturens avskiljningsförmåga, dels apparaturens hållbarhet mot slitage och korrosion samt risken för beläggningar.

Totalavskiljningsgraden har varierat mellan 84,5 och 89,5 % beroende på mindre variationer i ingående gasens flygaska. Ingående stoffkoncentration har varierat mellan 1,07 och 0,855 g/ $mm^3$  gas. Tryckförlusterna över provanläggningen har varit 45-51 mm vp, varvid konstanter

8 à 10 mm vp för rökledningar. Gasmängden har varierat mellan 8400 och 9950 m<sup>3</sup>/h. Gastemperaturen har varit cirka 290°. Beträffande avskiljningskarakteristikorna kan i korthet sägas att för kornstorleken:

5	mikron	är	den	sannolika	avskiljningsgraden	72 %
10	"	"	"	"	"	91 %
15	"	"	"	"	"	97 %
25	"	"	"	"	"	100 %

Stoftet i rökgasen har visat sig vara betydligt finkornigare än vad vi tidigare räknat med.

Proven för bestämning av apparatens hållbarhet pågår. Slitaget förefaller vara mycket stort. Risker för beläggningar synes vara mycket liten.

### 2. Absorptionsförsök med gascentrifug i Jössefors.

Under hösten 1957 genomfördes vid Jössefors Bruk tillsammans med Svenska Maskinverken ett antal försök med gascentrifug. Dessa avsåg bestämning av flödningsgräns med systemet luft-vatten, värmeväxling varm rökgas-vatten, absorption av svaveldioxid ur kyld rökgas med ammoniumbisulfitt-sulfitt-lösning och studium av sulfatbildningen i lösningen. En speciell rapport över försöken har utarbetats. I betraktande av centrifugens små dimensioner med kort diffusionsväg får den uppnådda renings- och absorptionsverkningsgraden anses god, men det torde vara svårt att med hjälp av de erhållna försöksresultaten räkna sig till verkningsgraden av en centrifug i stor skala.

### 3. Kylning av rökgasar genom skrubbing med olja i gascentrifug.

Den varma rökgasen från Kvarntorp 1 som passerat Bahco's multicyklonaggregat, skrubbadess med olja i gascentrifugen. Den första oljan, som användes, antracenolja erhållen genom Cokef, var direkt olämplig. Den blev nästan och heckade igen apparaturen mycket snart.

Olja, betecknad Mobiltherm 600 från Mobil Oil, med ett ångtryck av 0,01 mm Hg vid 50° och 0,002 mm Hg vid 30°, var betydligt bättre. Dock inträdde även med denna olja vissa igensättningar. Om dessa bero på kvarvarande stofthalt i ingående rökgas, på korrosionsprodukter eller på kokning av oljan är ännu icke fastställt. Försöken pågår och beräknas vara avslutade under oktober månad. För kylning av gasen skall dyskamare insättas. Risken för igensättning av centrifugen skall härigenom minskas.

#### 4. Utnyttjande av rökgasens värmeinnehåll.

Tidigare har redogjorts för kylning av de varma rökgaserna med olja i en gascentrifug. Den heta oljan skulle värmväxlas med vatten under ångalstring. Den oställna ångan skulle exempelvis kunna användas vid avdrivningen av svaveldioxid ur den vid rökgasreningen erhållna ammoniumbisulfatlösningen. Förberedande försök att istället för kylning med olja använda en regenerator fylld med exempelvis rullstensgrus av lämplig kornklass pågår. Vid passagen av rökgasen kyles denna samtidigt med att fyllningen uppvärms. När fyllningen uppnått önskad temperatur, kopplas gasen om på en annan regenerator samtidigt med att den varma fyllningen beströms med vatten. Den alstrade vattenångan blir överhettad och bortgår i regeneratorns botten. När regeneratorbädden blivit tillräckligt avkyld kopplas varm rökgas åter in. Större försök att utvinna rökgasens värmeinnehåll enligt denna metod planeras.

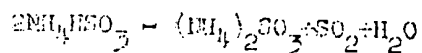
#### 5. Sönderdelning av bisulfatlösningar i autoklav.

Vid uttvättning av svaveldioxid ur rökgasen med ammoniak erhålles vid jämvikt en lösning av ammoniumbisulfat och ammoniumsulfat. Härjämte föreligger ammoniumsulfat och tiosulfat. Vid upphettning av denna lösning sönderdelas bisulfitet enligt formeln

En jämförelse med denna serie har vi i 1950 års serie från Kvarntorp. Under 25 månader exponerade plåtar avrostades 1952 kemiskt, och resultaten framgår av diagram 5 och 6. Jämförelsen förtryckes av de höga rostvärdena i sydlig riktning. Dessa höga värden orsakades av de ständigt rökgasalstrande tipparna i skifferbröttet. Värdena för Kvarntorp är något högre än de för Yxhult.

1950 års rostundersökningar kompletterade 1952 och 1955 har i år ytterligare kompletterats för att möjliggöra en fortlöpande kontroll av rökgasernas verkan på järn under 1950-talet. De för året aktuella sifferuppgifterna återfinnes utanför cirkulärna i diagram 7.

För att utröna i vilken omfattning rökgaserna från Yxhult och från Kvarntorp inverkar på järn, varmförzinkning, koppar och silver har dessa material exponerats på tre olika ställen mellan de båda platserna. Exponeringen har skett dels i fria luften, dels i s.k. ventometrar av plastmaterial. Dessa senare är så konstruerade att genom en vindflöjel öppnas eller stänges kanaler, genom vilka ytterluft kommer in i apparaten. Med denna anordning, som föreslagits av jägmästare Ronge och med två lika konstruerade apparater, vända mot var sitt rökgasområde utsättes de inuti apparaterna befintliga proverna från rökgaser från var sitt håll. En okulär besiktning blir alltid osäker, varför Kemiska Institutionen i Uppsala bestämt sulfidmängden på exponerade koppar- och silverbleck enligt en coulometrisk reduktionsmetod. Då tiden för exponeringar endast varit ca ett halvt år, är det för tidigt att dra några slutsatser, men det förefaller som om angreppet på koppar- och silverplåtar är avsevärt större i Yxhultsområdet än i Kvarntorpsområdet. Undersökningen kommer att fortsätta.



Den sålunda regenererade lösningen återgår till förnyad tvättning. Närvaro av sulfat och tiosulfat nedsätter lösningens absorptionsförmåga, varför ett visst avdrag av lösningen blir nödvändig. Ur detta kan sulfat utvinnas genom indunstning och kristallisation, medan tiosulfatet förblir oförändrat. Detta skulle sålunda komma att anrikas och absorptionsförmågan förvärras. Tiosulfatet katalyserar dessutom sulfatbildningen. I stället för att låta avdraget återgå i systemet kan detta upphettas i en autoklav, 4 h vid  $180^\circ$  (7,8 atm) då man ur en lösning bestående av 3 moler bisulfit och 1 mol sulfit erhåller 3 moler sulfat och 1 mol svavel. Tiosulfatet sönderdelas också i sulfat och svavel. En anläggning på 70.000 Nm<sup>3</sup> SO<sub>2</sub>-haltig rökgas per h, som arbetar enligt denna princip, finns i Nottingham, varför ett studium av denna anläggning kanske skulle vara värdefullt. Försöken kommer att fortsätta i större skala.

#### 6. SO<sub>2</sub>-rening på torra vägen.

Vid de diskussioner, som förs med prof. Björling beträffande hans förslag att sulfatera oxiderna i skifferaska för utvinning av aluminium och kali kom frågan upp om möjligen askan kan användas för absorption av rökgasernas svaveldioxid. Teoretiskt och i princip är processen genomförbar, men det visade sig vid försök dels utförda i Kvarntorp dels hos Björling, att skifferaska icke hade en för detta ändamål tillräckligt hög aktivitet. Optimaltemperaturen för sulfatering är  $550^\circ$ , men man får icke tillnärmelsevis den absorptionsgrad, man eftersträvar.

Det bestämdes därför att försök med limonit skulle utföras. En mycket god absorption erhålles redan vid  $300^\circ$ . SO<sub>2</sub>-halten nedgick till under 0,1 % i utgående gas, men materialet blev snart mättat med SO<sub>2</sub>, beroende på att endast limonitets mangan sulfatiserades. Järmsulfateringen var minimal. Björling håller därför för närvarande på med



en absorberande massa av manganoxidkoncentrat. En regenerering av manganoxiden är nödvändig. Man kan tänka sig en teknisk sönderdelning eller en reducerande spaltning. Undersökningarna pågå och beräknas vara avslutade inom några månader.

#### b. Luftföroreningar i Kvarntorps omgivningar.

De tidigare om åren utförda Liesegang-analyserna utföras numera icke. De erhållna resultaten var ju endast relativa, och det har för att kunna följa begasningen runt Kvarntorp ansetts tillfyllest med nederbördsanalyser. Medelhalten av damm och sulfat i ton per km<sup>2</sup> och månad framgår av diagram 1 och tabell 2. I denna senare finns också införd skillnaden mellan åren 1956 - 1957 och 1957 - 1958. Vindfördelningen under året framgår av diagram 2.

Tendensen jämfört med föregående år är ökande för svavelhalten ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) på platser nära Kvarntorp. I övrigt är läget oförändrat.

Dammhalten visar också en ökning i synnerhet på till Kvarntorp närbelägna platser.

I vinterns utförda Försvarets Forskningsanstalt en undersökning av rökgasernas spridning runt Kvarntorp. Den utfördes med hjälp av flyg- och markobservationer. Resultaten föreligger ännu icke, varför redogörelse av undersökningen får anstå, tills rapporten erhållits.

#### c. Korrosion och rostning.

År 1956 uppsattes järnplåtar på 18 platser inom ett område av ca. 2 km runt fälttugarna i Hynneberg. Från varje plats har två plåtar tagits för kemisk avrostning. Erhållna resultat finns på diagram 3 och 4.

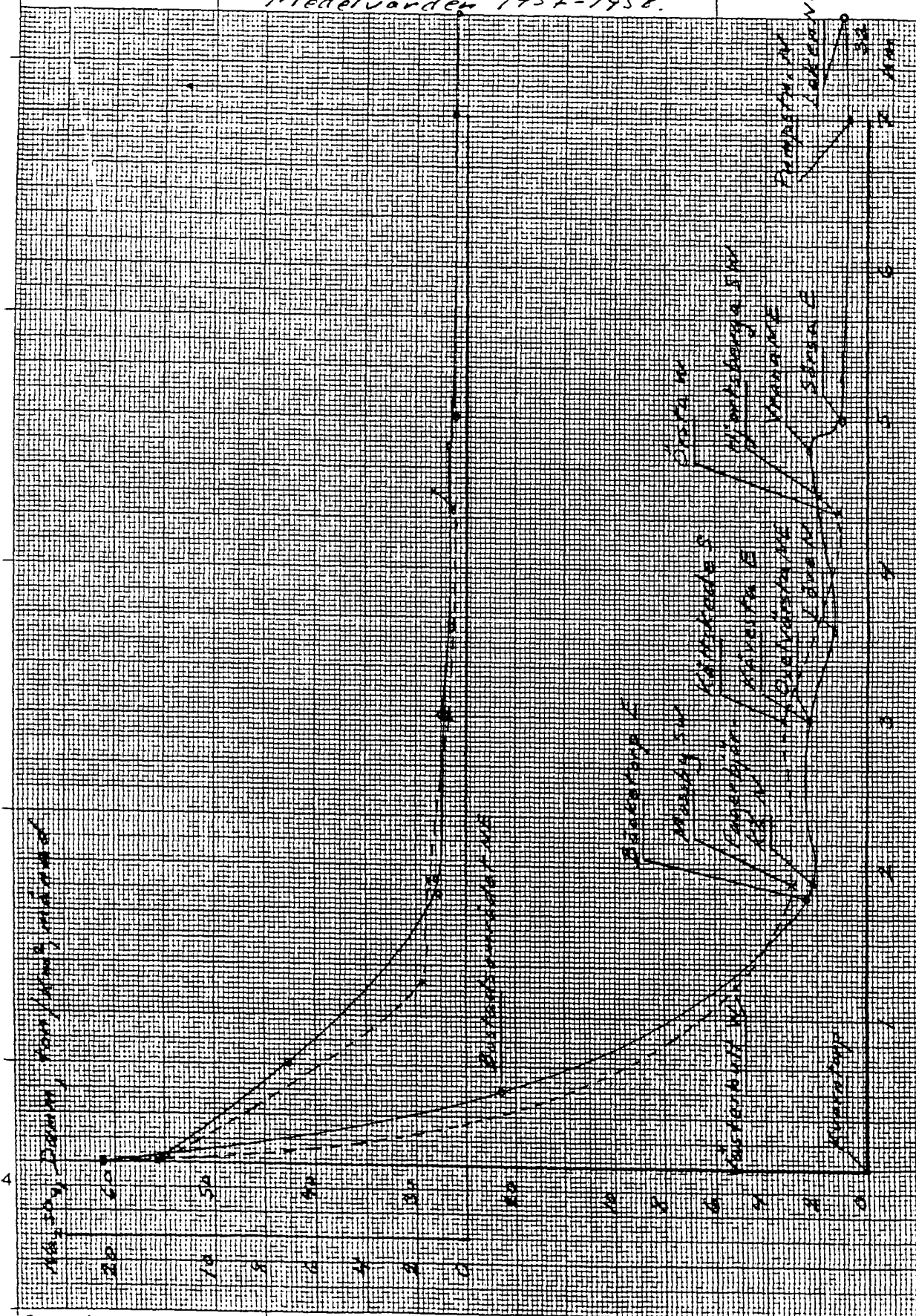
Tabell 2.

Värden i ton/km<sup>2</sup>, månad (= g/m<sup>2</sup>, månad)

Station.	No. SO <sub>4</sub>	Diff.	Damm	Diff.
Kv	15,7	+ 4,5	61,2	+ 11,0
Fa	1,2	+ 0,4	2,2	+ 0,6
Lö	0,6	± 0	1,3	+ 0,3
Pn	0,5	± 0	0,7	- 0,2
Bo	6,1	+ 1,5	21,5	+ 4,2
Ox	0,8	- 0,1	2,3	+ 0,1
Vr	0,7	± 0	2,3	+ 0,6
Bä	1,1	± 0	2,4	+ 0,6
Kä	1,0	- 0,2	2,3	- 0,3
Sö	0,4	- 0,1	1,0	+ 0,1
Lj	1,2	± 0	2,2	± 0
Käll	0,6	± 0	1,3	± 0
Kätt	0,7	± 0	3,3	+ 1,2
Mo	1,5	+ 0,1	3,0	+ 0,4
Hy	1,9	+ 0,1	2,9	+ 0,4
Hj	1,3	± 0	1,9	- 0,4
Vä	1,7	+ 0,6	5,2	+ 1,2
Ör	0,5	- 0,1	1,1	± 0
Få	0,7	± 0	2,0	+ 0,4
Föä	0,7	± 0	2,4	+ 0,6
Le	0,4	- 0,1	1,0	+ 0,5

Medelvärden 1952-1958.

	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473
--	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----



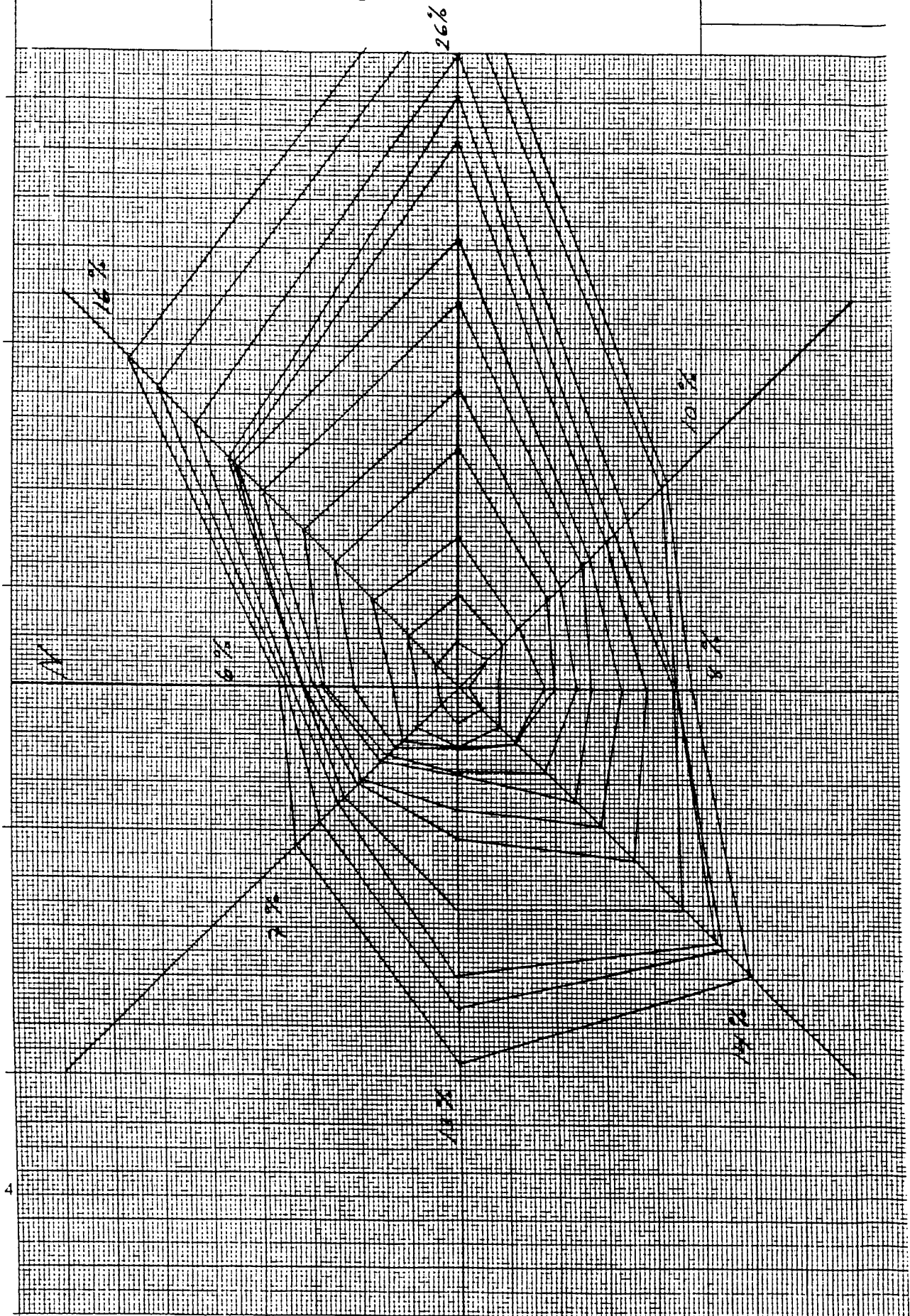
1 x 1 mm



4446

Vinddiagram 1/7-57-30/6-58

Diagram 2.



SIS 523 A 4

1 x 1 mm



4446

15

15



0.5 km.

10.

5

70

48



69

79

4



33

29



33

76

70

48



69

79

4



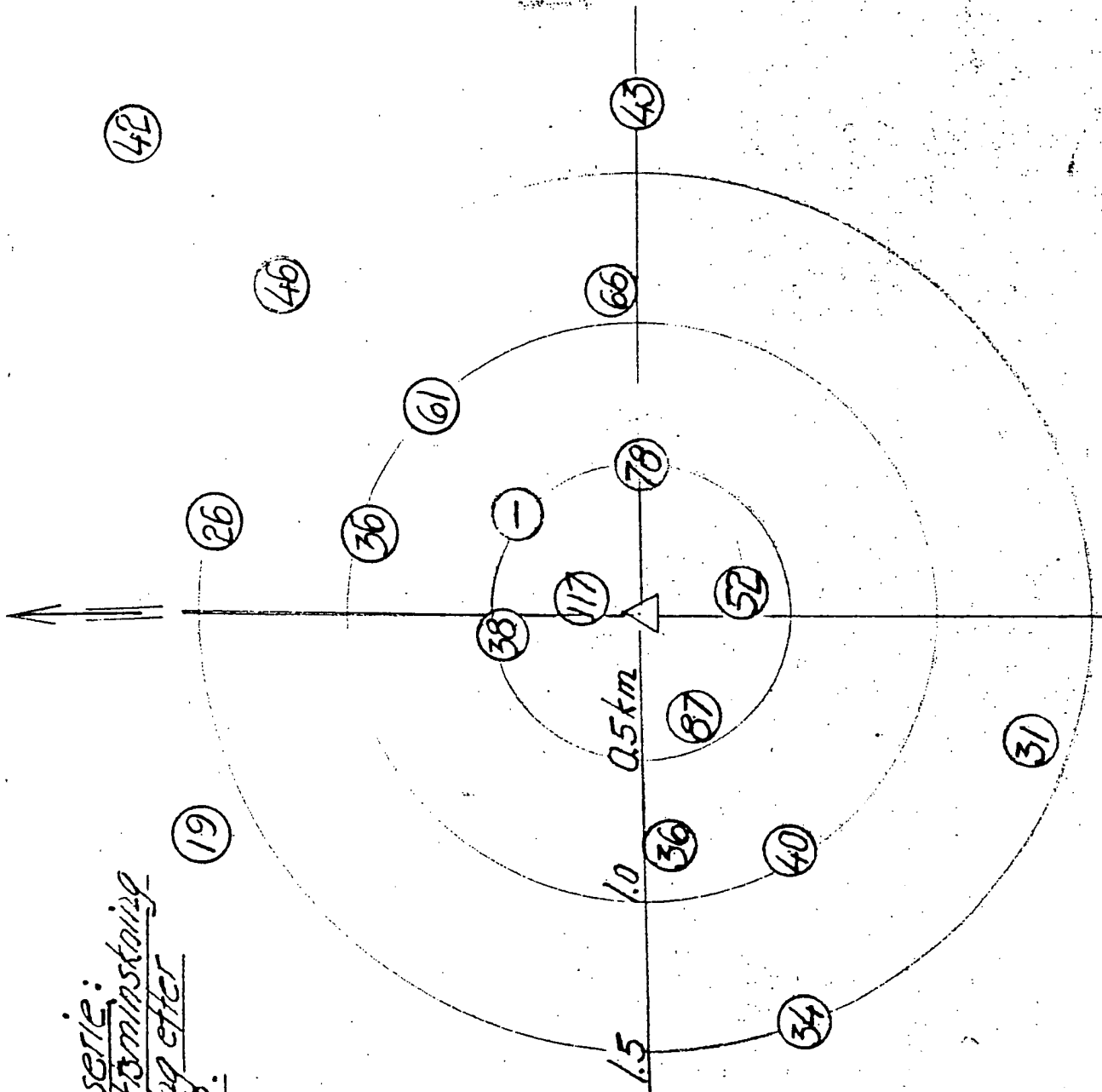
33

29



1956 års Ykkusserie:  
78 mätarnas viktminskning  
vid kem. avväring efter  
200 exponering.  
Mot vaporna.

Diagram 4.



1950 års Kvarntorpsserie:  
Järnplåtarnas viktminskning  
vid kemisk avrostning efter  
2 års exponering.  
 Från Kvarntorp.

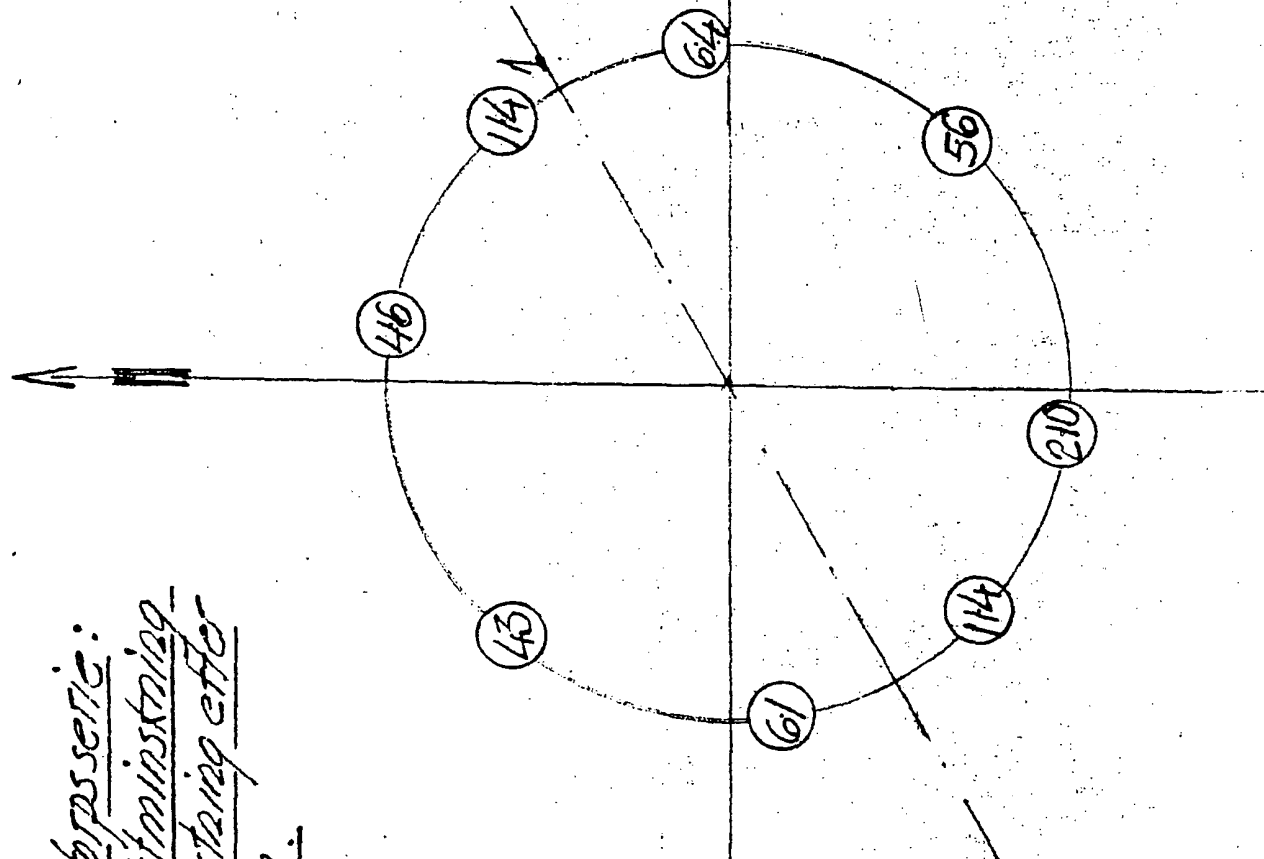


Diagram 5.

38

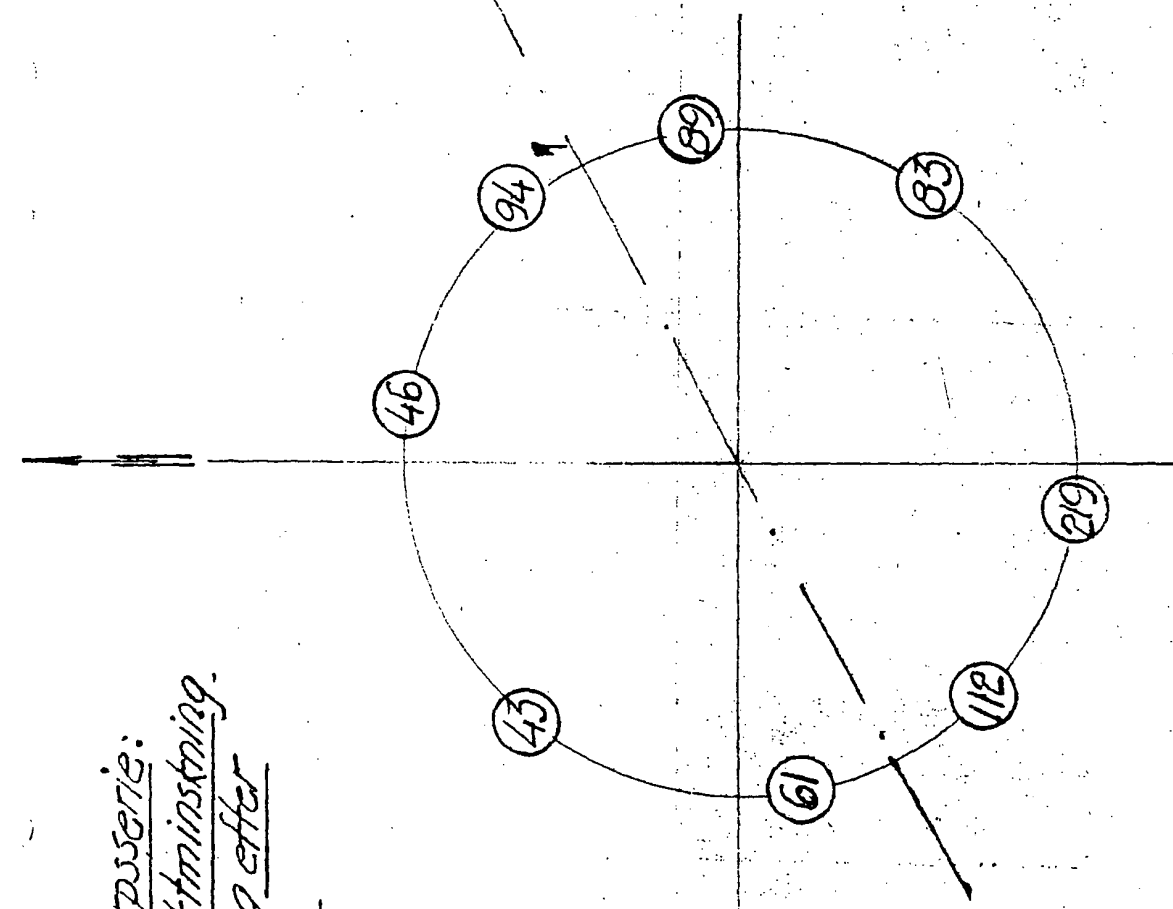
47

3 km

56

1950 års Hvarnärsserie:  
Jämplighetens viktminskning  
vid kem övergång efter  
2 års exponering  
mot Hvarnär.

Diagram 6.



58



# V. Avloppsvattnet.

Avloppsvattnet har i stort sett under det gångna året varit av godtagbar kvalitet. Endast vid de tillfällen, då asktransportören eller kalkdoseringen icke fungerat tillfredsställande, har genom brott av fenoler och järn ägt rum. För att eliminera risken att få pyridingenombrott under askhögen har sedan i fjol höst avfallssyran neutraliserats med kalk i AB Atomenergis anläggningar. Vattenkvaliteten har därigenom förbättrats och driftsvårigheter undvikits, men i gengäld har pyridinbesvär i stället uppstått i gruvan, dit den neutraliserade avfallssyran sänts. Bäst vore det om pyridinet liksom fenolerna kunde bakteriologiskt nedbrytas uppe på askhögen. Detta problem undersökes för närvarande.

# VI Uppgifter av rent analytisk natur.

Den för ett år sedan inköpta röntgenapparaturen har tyvärr på grund av personalbrist ännu icke kunnat tagas i drift. Det är för närvarande synnerligen svårt att få tag i kvalificerad fysikalisk-kemiskt inriktad personal. En gaskromatograf har inköpts. Den hårt belagda Podbielniak-kolonnen kommer därigenom att kunna avlastas och snabbare gasanalyser att erhållas. Bland den mångfald analytiska undersökningar som utförts, kan nämnas lagringsförsök med eldningsoljor, bestämning av låga svavelhalter i gaser, bestämning av disulfider och peroxider i bensin, kolväteadsorptionsförsök och katalysatorundersökningar. Avgaserna och deras sammansättning från en gasol-driven motor har närmare undersökts av ett par examensarbetare.

VII Aktuella problem för kommande året.

Rökgasreningen, stybbproblemet, kokningen av den tunga oljan samt byggnads- och vägmateriälfrågorna bearbetas ytterligare. Beträffande rökgasreningen samarbetar vi med Svenska Maskinverken och vad det gäller stybbproblemet har vi nu fått kontakt med den amerikanska firmen Langmuir. På kokningsområdet har vi knutit förnyad kontakt med Farwerke Höchst i Tyskland och när det gäller byggnadsmateriälfrågor har vi fått en värdefull kontakt med Gustavsberg och Mälar- dalens Tegelbruk. Driftforskning och analytisk grundforskning kommer att bedrivas i ungefär samma omfattning som under det gångna året.

Närkes Kvarntorp i oktober 1957.

*E. Ahlberg*

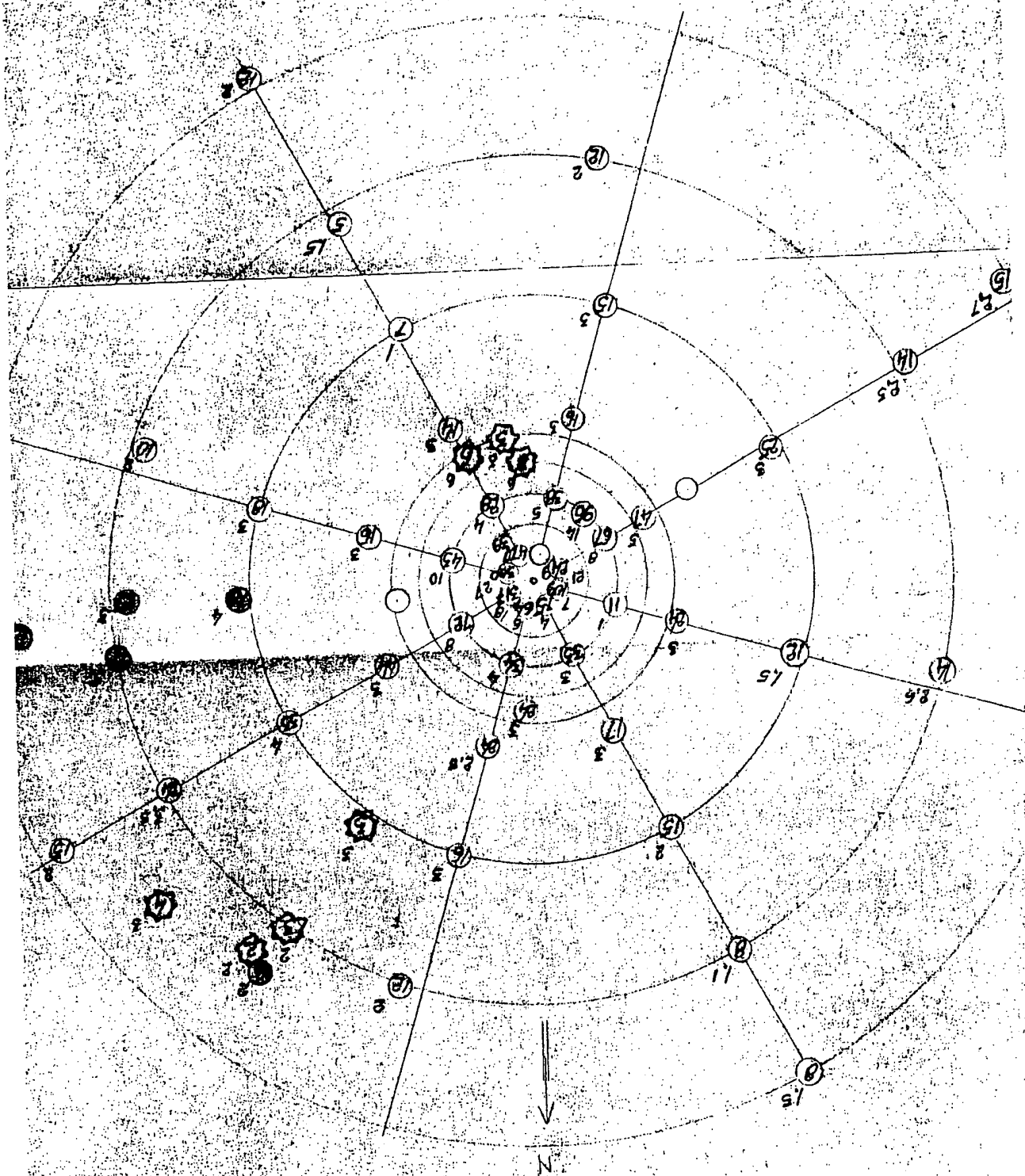
Redogörelse

Över verksamheten vid Svenska Skifferolje Aktiebolagets  
laboratorium i Närkes Kvarntorp 1.7. 1957 - 30.6. 1958.

# Innehållsförteckning

	Sid
I. Inledning -----	1
II. Skiffer- och askproblem. -----	1
1. Utländska skiffrar. -----	1
a. <u>Brasilien</u> -skiffer. -----	1
b. Jugoslavisk skifferolja. -----	2
2. Fluidiseringsförsök. -----	2
3. Övriga försök på skiffersidan. -----	4
4. Byggnads- och vägmateriel. -----	4
a. Byggnadskalk. -----	4
b. Spackel. -----	5
c. Porballast. -----	5
d. Vägmateriel. -----	6
e. Mursten. -----	6
III. Oljeproblem. -----	7
1. Koksning. -----	7.
IV. Gasproblem. -----	8
1. Svavelrening. -----	8
2. Rökgaserna. -----	9
a. Rening av rökgaserna -----	9
1. Stoftavskiljning. -----	9
2. Absorptionsförsök med gascentrifug i <u>Jössefors</u> . --	10
3. Kylning av rökgasen genom skrubbing med olja i gascentrifug. -----	10
4. Utnyttjande av rökgasens värmeinnehåll. -----	11
5. Sönderdelning av bisulfitlösningar i autoklav. ---	11
6. SO <sub>2</sub> -rening på torra vägen. -----	12
b. Luftföroreningar i <u>Kvarntorps</u> omgivningar. -----	13
c. Korrosion och rostning. -----	13

	Sid.
V: Avloppsvattnet. -----	22
VI. Övriga uppgifter. -----	22
1. Försök att förbättra ammoniumsulfatets kvalitet. ----	22
2. Uppgifter av rent analytisk natur. -----	23
VII. Aktuella problem för kommande år. -----	23



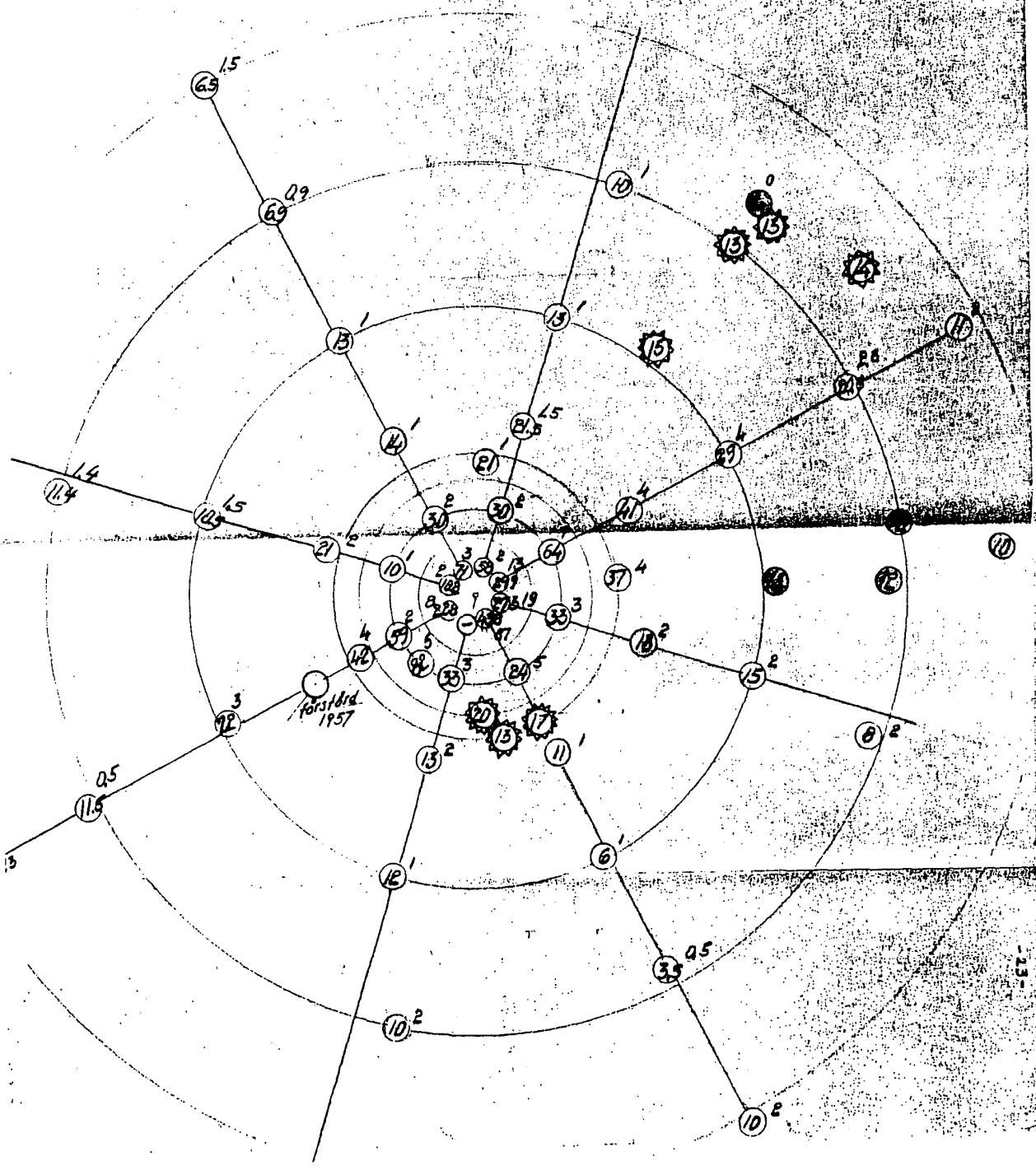
Bilaga 1. Fäbå river rostatationer omkring Ithikes Kvamtorp.  
 Stjärnformiga linor cirkelarna gäller för viktningskänslighet i gram efter  
 msk. avkastning 1958 av exponerade djuplaster enl. [?]lander  
 1. No ljusa cirkelvarter, 1950 års serie.  
 2. No mörka cirkelvarter, 1952 års serie.  
 3. No mörka cirkelvarter, 1955 års serie.  
 Ithikes Kvamtorp 1 sent. 1958

Bilaga 1.

Diagram 5.

N

De fyllda cirkarna ange plåtar, som utsattes 1952. De med taggar förmed-  
de cirkarna ange plåtar, som utsat-  
tes 1955 och sifferuppgifterna gill-  
er kemisk avrostning.



# R e d o g ö r e l s e

Över verksamheten vid Svenska Skifferolje Aktiebolagets  
laboratorium i Närke's Kvarntorp 1.7. 1958 - 30.6. 1959.



# Innehållsförteckning

	Sid.
I. Inledning -----	1
II. Skiffer- och askproblem -----	1
1. Skifferundersökningar -----	1
2. Fluidiseringsförsök -----	2
3. Förbränning av skifferstybb -----	4
4. Byggnads- och vägmateriäl -----	5
a. Byggnadskalk -----	5
b. Spackel -----	5
c. Porballast -----	6
d. Vägmateriäl -----	6
e. Sintrade plattor -----	7
III. Oljeproblem -----	8
1. Koksning -----	8
2. Kartläggning av skifferoljan -----	8
IV. Gasproblem. -----	10
1. Svavelrening -----	10
2. Rökgaserna -----	11
a. Rening av rökgaserna -----	11
1. Stoftavskiljning och kylning -----	11
2. Absorptionsförsök -----	15
3. SO <sub>2</sub> -rening på torra vägen -----	16
b. Luftföroreningar i <u>Kvarntorps</u> omgivningar --	18
c. Korrosion och rostning -----	23
V. Övriga uppgifter -----	29
1. Försök att förbättra ammoniumsulfatets kvalitet -	29
2. Uppgifter av rent analytisk natur -----	31
VI. Aktuella problem för det kommande året -----	31

## I. Inledning.

Under det gångna året har bl.a. undersökningarna fortsatt över pyrolysa och förgasning av skiffer i fluidiserat tillstånd, rökgasrening, kokning av oljan samt över askans användbarhet som byggnads- och vägmateriel. Undersökningarna har resulterat i att en halvstor anläggning har byggts och en annan har föreslagits att byggas, medan några undersökningar har avslutats och andra kommer att fullföljas under nu löpande budgetår.

## II. Skiffer- och askproblem.

### 1. Skifferundersökningar.

I avsikt att söka grunder för att ur analyser bättre kunna bedöma skiffern med avseende på pyrolyseresultaten än vad Fischer-analysen synes ge, har under senare år en del skifferanalyser och pyrolyseförsök utförts i laboratorieskala.

Skifferns totala vätehalt är en linjär funktion av dess halt av organiskt kol och förhållandet mellan organiskt bundet väte till organiskt bundet kol är approximativt konstant med växande C-halt. Skifferns totala S-halt avtar med växande C-halt men på grund av värdenas spridning kan inget samband angivas. Såväl glödningsförlust som kerogenhalt stiger linjärt med växande C-halt. Likaså stiger olje- och gasutbytena vid Fischer-pyrolysen. Den förra synes stiga med växande C-halt betydligt kraftigare än i direkt proportionalitet, medan förhållandet är omvänt vid gasutbytet. Korrigeras skifferns värmevärde för pyritförbränning råder direkt proportionalitet mellan den organiska kolhalten och värmevärdet.

Stora olikheter råder med avseende på kolhalten för skiffer i såväl olika pallhöjder som olika horisontalld.

Vid pyrolysförsök har konstaterats, att olje- och gasutbytens ökar på samma sätt som vid Fischer-pyrolysen. Svavelväteutbytet tycks minska med växande kolhalt, men spridningen är mycket stor. Såväl väte- som gaskolvätena ökar med växande koltal. Mellan kol- och vätehalterna i skiffer resp. koks erhålles goda samband. Ökningen är mindre än vad som motsvarardirekt proportionalitet. En "rik" skiffer ger således en koks som relativt sett håller mindre kol och väte än en "fattig" skiffer.

För att karakterisera skiffer behövs analys på organiskt kol, totalsvavel samt olje och gas enligt Fischer. Kerogenhalt och värmevärde kan enkelt och ganska bra härledas ur kolhalten, medan oljeutbytets samband med denna är mycket osäkert.

Försöken att finna samband mellan skifferanalyser och pyrolyseresultat ha varit så uppmuntrande, att ugnsskiffern från och med årsskiftet följes noggrannare genom bestämning av organiskt kol och totalsvavel jämte Fischer-analys.

## 2. Fluidiseringsförsök.

I förra årsredogörelsen meddelades, att de då erhållna laboratorieresultaten diskuterats med firma The Lummus Co. i New York och att en preliminär processberäkning för en pyrolysa-2-stegs-förgasningsprocess hade utförts. På grundval av diskussionerna upplades ett kompletterande försöksprogram för laboratoriereaktorerna. Detta program är nu i det närmaste avslutat och delvis också utökat och utsikterna för en teknisk lösning av en process omfattande ett pyrolyssteg och ett första förgasningssteg med luft bedömes som goda.

En risk som bedömdes ganska stor var att man skulle erhålla starkt stoffhaltiga oljor. Dessa skulle kanske kunna renas genom filtration. Hottigheten för denna kan man förmodligen komma till rätta med, men väskterretentionen är av sådan storleksordning, att det är nästan prohibitiv, varför slutsatsen är, att stoffet så långt som möjligt måste hindras att nå kondenseringsystemet genom att stoffena pyrolysagacerna, medan de ännu är varma och tjära. Kondenseringsystemet blir i annat fall komplicerat även om det är praktiskt omöjligt.

Stoffhålligheten från bäddarna och eventuell nedkrossning av stybben resp. koksen under förgasningen har också närmare studerats. Förlusten tycks inte vara större än att den kan behärras och cirka 75 % av askan har samma kernstorlek som den inmatade koksen. Både dessa faktorer måste studeras närmare i halvstor skala.

Både de tekniska och ekonomiska utslakterna för pyrolys-förgasningsprocessen har bedömts så goda, att ett principbeslut fattats om fortsättning av försöken och ett samarbetsavtal på ett år har träffats med The Lummus Co. för ett kommande utvecklings- och projekteringsarbete. Det pågår för närvarande ett intensivt beräknings- och konstruktionsarbete på en halvstor anläggning (2 ton stybb/h) omfattande anordningar för skifferberedning, kondensering, aska-, olje-, vatten- och gashantering samt reaktorer med tillhörande utrustning och instrumentering. En ganska preciserad kostnad torde kunna lämnas under oktober månad. För driften av anläggningen torde 1 ingenjör och 1 arbetare per skift behövas jämte 2 arbetare på dagtid för skiffer- och provberedning. Härtill kommer analyspersonal vid laboratoriet. Mera utförliga rapporter beträff-

fende pyrolysa och förgasning av skifferstybb finns utskrivna och ha överlämnats till oljeskifferutredningens sakkunniga. Dessutom ha alla för beräkningsarbetet nödvändiga och i Kvarntorp bestämda fysikaliska data överlämnats till de sakkunniga.

### 3. Förbränning av skifferstybb.

AB Atomenergi hade tidigare i pilot-plant skala utfört försök att förbränna skifferstybb tillsammans med kalksten. Resultaten var sådana att det beslöts att fortsätta försöken i den av AB Celleco konstruerade kolförbränningsanläggningen vid Reymersholms Gamla Industri AB i Hälslingsborg. Av dessa försök torde den slutsatsen kunna dragas, att förbränning av skifferstybb utan förkrossning kan ske i fluidiserad bädd. Den använda kisugnen behöver endast smärre konstruktiva modifikationer, som främför allt gäller kyltornas storlek och placering för att passa för skiffer-örsten.

Kornönderfallet vid förbränningen var större än vad som erhållits vid pilot-plantförsöken. Mer än hälften av askan erhöles som flygaska. Askans utbränning var god (0,3 % kol och 0,8 % svavel). Ångutbytet motsvarade 1150 Meal per ton ingående godsblandning. Förbränningen ovanför bädden var av större omfattning än vad som varit fallet vid pilot-plant försöken, vilket betydde cirka  $985^{\circ}$  i förbränningsrummets översta del. I den nedre delen blev temperaturen för låg,  $650-700^{\circ}$ , beroende på för stor installerad kylyta. Lägre luftöverskott och högre skifferinmatning hade icke avsedd effekt. Under dessa förhållanden blev fixeringen av svavlet i askan dålig och  $SO_2$ -halten i rökgasen hög. Kompletterande försök i pilot-plant-skala vid AB Atomenergi visade, att detta var ett naturligt resultat med hänsyn till driftsförhållandena.

Medan alltså själva förbränningen förlöpte driftstekniskt bra, lyckades man icke nedpressa rökgasens  $\text{SO}_2$ -halt och det är mycket trivelsaktigt om man ens med i detta avseende korrekta driftsbetingelser kan garantera lägre  $\text{SO}_2$ -halt i rökgasen än 0,4 vol. %. Under alla förhållanden erfordras ytterligare process-tekniskt utvecklingsarbete för att nå lägre halt.

#### 4. Byggnads- och vägmateriel.

##### a. Byggnadskalk.

Arbetet med den o.k. förstärkta kraftkalken har under året fortsatt med pelare- och murbruksprov vid Chalmers och Statens Provningsanstalter. Därvid har största vikt fästs vid hållfastheten på pelarna. Entydiga resultat har icke erhållits med den förstärkta kraftkalken. Den vanliga kraftkalken, som i sina egenskaper icke skiljer sig mycket från den förstärkta kraftkalken, ger i blandningsförhållandet 1:4 värden på tryckhållfastheten, som icke riktigt kommer upp till de värden, som erhålles med KC 21/4, men kvaliteten är nu så hög, att materialet kan placeras i samma klass som exempelvis Gullek. I vissa andra avseenden har kraftkalk bättre egenskaper än kalkcement. Provningarna är ännu icke helt genomförda. När så är fallet skall allt materialet underställas granskning av Byggnadsstyrelsen, som godkänt det uppställda försöksprogrammet.

##### b. Spackel.

Sedan föregående årsrapport skrevs har den situationen inträtt, att målarna vill ha allt spackel färdigberett till arbetsplatsen. Vårt spackel var baserat på torra ingredienser, varför våra av-

sättningsmöjligheter för spackel blivit ogynnsammare. Som utjämningssputs på betonggjutningar kan det komma ifråga. Dettas om-sättning undersökes för närvarande av försäljningsavdelningen.

#### c. Porballast.

Efter cirka 3 månaders leveransförsening blev den från Tyskland inköpta porballastugnen färdigmonterad. Provdrift har pågått från slutet av 1958 till mitten av april. Genast från början uppstod stora svårigheter att uppnå expansionsstemperatur. Efter genomförda ändringar kunde denna slutligen erhållas. Produkten expanderade men på grund av svårigheter att mata fram godset på ett riktigt sätt erhöles svåra sammansint-ringar. Även svåra mekaniska störningar förelåg och ett flertal förbättringar och ändringar har gjorts och genomföras för närvarande. Dessa utföras av den tyska firman, som i sin tur anlitat tysk expertis. I avvaktan på ett förslag till omkonstruktion av ugnen ligger all drift i denna nere. Den tyska firman kommer att stå för alla kostnader.

#### d. Vägmaterial.

Med Armerad Betong har slutits ett avtal om beläggning med skifferbetong av 300 meter av den nya infartsvägen till fabriksområdet. Sammansättningen på skifferbetongen blir densamma, som användes vid den interna provvägen på 25 meter, som lades för 3 år sedan. För att undersöka hur denna massa beter sig i vanlig vägbeläggningsapparat och för att få erfarenhet av konsistens, bearbetbarhet etc. så lades inom bostadsområdet en cirka 100 meter lång separat provväg. Även olika utläggningsätt provades. Vibrobrygga kommer att användas vid den egentliga provvägen.

Av denna kommer hälften att armeras. Ångbehandling kommer att ske av halva den oarmerade och halva den armerade delen.

Beläggningens tjocklek är 25 cm. Cirka 150 meter av en annan delsträcka av denna väg skall beläggas med ett 15 cm tjockt lager skifferbetong som stabiliseringslager, som sedan skall asfaltbeläggas. Detta senare prov är föreslaget av Statens Väginstitut och förordat av Vägförvaltningen i Örebro län. Armerad Betong utförde beläggningen under augusti månad.

#### e. Sintrade plattor.

Möjligheten att av kulkvarnsmalen ugnaska och 30 % lera som bländemodell tillverka sintrade plattor har laboratoriemässigt undersökts. Därvid har framkommit att plattorna ska pressas vid  $550 \text{ kg/cm}^2$  tryck, brännas vid  $1070^\circ$  under 1,5 tim. Fukthalten i blandningen skall vara 8 % och uppkörningstiden från kallstart skall vara 3,5-4 tim. De erhållna plattorna bli vackert mörkröda, har hög tryckhållfasthet ( $1580 \text{ kg/cm}^2$ ), låg vattenabsorption (5 %) och låg avnötning (3 ml per  $50 \text{ cm}^2$  yta). Normerna fordra  $> 1500 \text{ kg/cm}^2$ , 6 %, resp. 6 ml.

Dessutom fordras att plattorna skola vara frostbeständiga, vilket är fallet, om pressningen har utförts vid ett tryck högre än  $550 \text{ kg/cm}^2$ . För att projektet skall vara lönande erfordras en produktionsvolym på 6 milj. plattor per år.



### III. Oljeproblem.

#### 1. Koksning.

Farbwerke Hoechst i Frankfurt har utfört koksning av skifferolja och därvid erhållit en koks, som analytiskt befunnits vara en lämplig råvara för framställning av elektroder. Den prov-elektrod, som framställdes av firman ifråga, visade sig emellertid ha en mycket dålig mekanisk hållfasthet. Ett röntgendiagram upptogs i Kvarntorp och jämfördes med det diagram, som erhöles på en normal petroleumkoks. Diagrammen voro identiska, varför det icke kan vara den kemiska strukturen, som är olämplig utan porstrukturen, vilket överensstämmer med Hoechsts uppfattning. Det är icke uteslutet att en modifiering av koksningemetoden skulle kunna ge en tätare och tyngre koks, men arbetet har t.v. uppskjutits, enär, även om en god koks skulle kunna framställas, koksningprocessen endast blir ekonomisk, om huvudprodukterna olja och gas har ett väsentligt högre värde än den ingående oljan. Nyttiggörandet av gasen förutsätter uppbyggandet av en kemisk industri, medan nyttiggörandet av oljan bedömes som en angelägen forskningsuppgift, som kommer att återupptagas, när en ekonomiskt användningsområde har funnits. Koksning måste under alla förhållanden ingå som ett första steg i en förädlingsprocess.

#### 2. Kartläggning av skifferoljan.

Flera konventionella metoder att förädla oljan ha undersökts. Därav har framgått att man måste räkna med en ny okonventionell

process, där oljans starkt aromatiska karaktär utnyttjas.

En förutsättning för en sådan process är att man har grundlig kännedom om oljans karaktär. En rent analytisk kartläggning av oljan har därför ansetts befogad.

För analysarbetet har olika processer såsom hydrering, dehydrering och kromatografisk separering använts. Dessutom användes spektrometriska och kemiska identifieringsmetoder. Det visade sig snart, att en grundligare kännedom om de tillämpade analysmetoderna var nödvändig, varför en undersökning med rena modellsubstanser måste utföras. Arbetet kommer att bli mycket tidskrävande och för närvarande kan endast några intressanta detaljer meddelas.

På grund av S-närvaron i oljan kan man icke med nickel-kiselgur vid rumstemperatur selektivt hydrera olefinerna. En del aromater hinner hydreras samtidigt beroende på att en del av de förra reagerar så långsamt.

Svavelfasta katalysatorer, t.ex.  $\text{CoMoAl}$ , hydrerar vid  $300^{\circ}$  olefiner samt partiellt flerkärniga aromater, medan fullständig hydrering av aromater till motsvarande naftener lätt åstadkommes med nickel vid  $300^{\circ}$ . Närvaron av svavel fördröjer reaktionen men gör den icke omöjlig. Svavelfasta katalysatorer åstadkommer ringöppning och hydrokrackning, om man strävar efter fullständig hydrering med rimlig hastighet.

Dehydrering är en långsam reaktion, varför de utförda försöken har genomförts i autoklav. Jämvikten fordrar ett lågt partialtryck på vätet och en temperatur på grund av bireaktioner under  $250-300^{\circ}$ . Den bästa katalysatorn har varit platina-aktivt kol.

Vissa biresaktioner kunna icke förhindras, men de kunna genom rätt val av temperatur och reaktionstid hållas tillbaka.

Vid den kromatografiska separeringen har olika adsorptionsmedel såsom Florosil (magnesiumsilikat),  $\text{SiO}_2$ - och  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -gel använts, samtidigt som komponenternas inbördes påverkan studerats. Kalibreringskurvor för rena substansers UV- och IR-spektra håller på att upptagas. De ska användas vid den kvantitativa analysen av produkter, som erhållits vid de ovan nämnda processerna.

Parallellt med katalysatorförsöken utföres också vissa undersökningar av katalysatorerna och deras struktur samt sambandet mellan denna och aktiviteten. Det är möjligt, att man genom en förbättrad försöksteknik kan erhålla en metod lämpad för rutinanalys.

#### IV. Gasproblem.

##### 1. Svavelrening.

Försöken beträffande svavelrening av oljegaser är nu avslutade. Resultaten finna samlade i en rapport "Försök med skiffergas VI". Som ett av resultaten från denna undersökning kan meddelas, att i september 1958 inlades i Girdler-reaktorn en CoMoAl-katalysator från P. Spence i England. En betydligt renare gasol har erhållits trots mindre luftförbrukning. Samtidigt har skett en förrefinering av gasbensinen, så att svavelsyraförbrukningen minskat och bensinutbytet ökat i raffinaderiet. Den torra gasen från gasolanläggningen innehåller per  $\text{Nm}^3$  max. 10 mg neutralsvavel och ungefär lika mycket merkaptaner. Dessa svavelföreningar skulle kunna tagas bort genom spaltning över samma CoMoAl-katalysator i ett andra steg, men det är tvivelaktigt, om metoden skulle vara ekonomisk. För dessa låga S-halter finns

konventionella processer, varvid såväl spaltning som absorption av svavelväte över exempelvis zinkoxid sker i en och samma reaktor vid cirka 350-400°. Den varma gasen skulle därefter kunna fortsätta direkt till syntesgasreaktorn.

Det är sålunda icke längre någon svårighet att framställa en så ren gas att denna vid en kontinuerlig katalytisk process vid endast 800-1000° kan spaltas till syntesgas.

## 2. Rökgaserna.

### a. Rening av rökgaserna.

#### 1. Stoftavskiljning och kylning.

Undersökningen i Bahcos multicyklonaggregat har under det gångna året avslutats med bestämning av slitaget. På sekundär-cyklonens överdel har ett mindre hål uppstått, sekundärfläktens fläkthjul var svårt förlitett och likaledes hade sekundärkanalen angripits i krökarna. Primärfläkten var oskadad. Enligt Bahco är sekundärsystemets förlitning av förhållandevis ringa betydelse. Vid en eventuell anläggning dimensioneras detta väsentligt kraftigare och sekundär-cyklonen kan utföras i gjutjärn. Bahco tror, att förlitningen av fläkten måste bero på tidvis förekommande för långa intervaller mellan tömningen av stoftbehållaren under sekundär-cyklonen.

Bahco har utexperimenterat en skrubber för stoftavskiljning ur avgaser. Apparaten kallas Kaskadskrubber FSG och framgår av fig. 1. Den består av ett tråg fyllt med vatten till en viss nivå, som hålles konstant. Genom en flottörstyrd regleringsventil tillföres förskvatten. Rökgasen tvingas genom ett inloppsrör ned mot vattenytan i tråget. Genom en särskild anordning fuktas stoft-

partiklarna och den uppkomna gasvattenblandningen slår sedan mot en reflektorplåt, varvid strömningsriktningen omkastas. De små vattendropparna förena sig till större, som faller nedåt, medan den renade gasen avgår upptill och sedan in i en separat droppavskiljare. Därifrån suges gasen med en fläkt.

Vid en gasmängd av  $2800 \text{ m}^3/\text{h}$  vid  $290^\circ$  och en vattenförbrukning av  $250 \text{ l/h}$ , höll utgående gas en stofthalt av cirka  $55 \text{ mg/Nm}^3$ , motsvarande 95 % avskiljningsgrad. Temperaturen å utgående gas var cirka  $85^\circ$ . Vid större belastning av aggregatet erhöles högre avskiljningsgrad och bättre kylning, men effektförbrukningen blev också större. Det i skrubbern använda materialet Avesta 832 SV var sönderkorroderat efter 45 dagars drift. En större skrubberanläggning i samma material kostar cirka 1 kr per  $\text{m}^3$  rökgas per timme.

Misslyckandet i fråga om materialvalet gör att ytterligare prov erfordras med korrosionsbeständigare material. Därvid bör hänsyn tagas såväl till den kemiska beständigheten mot svavelsyrlighet, svavelsyra och syre som till nötningshållfastheten vid gasens hastiga passage.

Möjligheten att använda gascentrifugen för stoftavskiljning och samtidig nedkylning av gasen med vatten studerades under höstens lopp. Av resultaten att döma tycks det som om mängd-förhållandet mellan vatten och gas icke har någon större inverkan på avskiljningsgraden. Vid låg stofthalt i ingående gas var avskiljningsgraden cirka 50 %, vid hög halt 65-70 %.

Utgående gasens temperatur sjunker naturligtvis med ökat vatten/gas förhållande, men samtidigt uttvättas större  $\text{SO}_2$ -mängder med vattnet. Vid förhållandet 2.2 (1 vatten till  $\text{M}^3$  gas) blir utgående gastemperatur  $33^\circ$ . Samtidigt absorberas 11 %  $\text{SO}_2$  i vattnet. Tendensen till igensättning av centrifugen var ganska stor.

Det i förra årsredogörelsen omdömda försöket att använda olja i gascentrifugen för kylning av rökgaserna har fullföljts. Resultatet blev, att den högsta temperatur man kan tillåta utan risk för beläggningar ligger inom området  $90-120^\circ$  på utgående olja. Motsvarande temperaturområde för ingående gas var  $110-135^\circ$ . Det är således knappast möjligt att med den vid försöken använda oljan, som dock var av bästa kvalitet för ifrågavarande ändamål, uppnå tillräckligt höga temperaturer för ånggenerering på grund av benägenheten för beläggningar på centrifugplåtarna.

Under höstens lopp kommer stoftavskiljningsförsök att utföras i Svenska Fläktfabrikens nya hydroklon, typ GTS/CKMA, vid vilken stoftavskiljningen beräknas bli 95 %-ig samtidigt som man skulle få en nedkylning av rökgastemperaturen från  $270$  till  $60^\circ$ . Det försäkrades, att slitaget skulle bli ganska ringa, men försök måste göras. Fläktfabriken kommer under höstens lopp att låna oss en apparatur för  $3000 \text{ m}^3/\text{h}$ .

## 2. Absorptionsförsök,

Under årets lopp har också försök gjorts med absorptionstorn med olika fyllningar. Så har t.ex. plastimpregnerad Wellit (wellpapp) och 21 mm Raschigringar provats. Det förra materialet har utexperimenterats vid Munters och Co. laboratorium i Stockholm och är beskrivet i Svenska Fläktfabrikens "Fläkten 1958".

Proven har utförts i rökgasförsöksanläggningen för  $35 \text{ Nm}^3/\text{h}$ . Med 3 dm fyllningshöjd mot 1,4 m med 21 mm staplade Raschigringar erhöles en absorptionsverkningsgrad av 90 %. Materialet visade sig fullt resistent mot ammoniumsulfid-bisulfidlösning vid rumstemperatur. Såväl anläggnings- som driftkostnader blir avsevärt lägre än vid användning av keramiska fyllkroppar. Welliten är sex gånger billigare per  $\text{m}^2$  yta och 24 gånger lättare än 80 mm staplade Raschigringar. Ytan per  $\text{m}^3$  fyllning är 12 gånger så stor hos Wellit. Tryckförlusterna är ungefär densamma för de båda materialen vid 1 m höjd av fyllningen, d.v.s. att vid samma yta av fyllningen skulle tryckförlusten endast vara en tolfedel för Wellit jämfört med Raschigringarna. En fyllningshöjd av 0,5 m synes vara fullt tillräckligt i varje absorptionssteg.

Antalet överföringsenheter uppgick till 1,5 å 2,5 på gasfasbas. Vid försöken i Jössefors erhöles med gascentrifug med 200 mm långa plåtar 0,86-1,55.

Med 21 mm Raschigringar i absorptionskolonnen har i försöksanläggningen konstaterats, att den först valda fyllningshöjden på 2,4 m var onödigt hög. Denna höjd valdes i överkant, enär inga data på absorptionskoefficienterna fanns tillgängliga. Ännu vid 1,4 m visade det sig, att man erhöil jämvikt mellan ingående lösning och utgående gas, varför försöken bör kompletteras med ännu lägre höjder.

Den under uppförande varande rökgasförsöksanläggningen ( $10000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ ), som skall arbeta med gascentrifuger beräknas kunna tagas i drift under november månad.

### 3. $\text{SO}_2$ -rening på torra vägen.

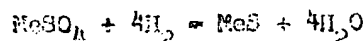
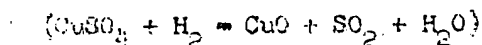
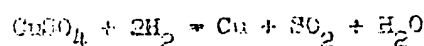
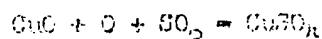
Disp. Petrén intresserade för ett par år sedan prof. Björling för möjligheten att genom  $\text{SO}_2$ -lakning göra aluminium och kali åtkomligt för vattenlakning. Med hänvisning till under 40-talet i Kvarntorp bedrivna undersökningar med detta syfte beständes emellertid i stället att undersökningen skulle gå ut på att studera, om skifferaskan kunde användas för absorption av den i rökgaserna befintliga svaveldioxiden.

Det visade sig emellertid ganska snart, att skifferaska icke ägde en för ovannämnda ändamål tillräckligt hög aktivitet. Ej heller limonit, som hade god absorptionsförmåga, visade sig vara användbar, enär endast manganet i limoniten hade sulfaterats. Det beständes därför, att ett manganoxidkoncentrat skulle användas som absorberande massa.

Då det gällde att koncentrera svaveldioxiden efter absorptionen inriktades arbetet på att regenerera den aktiva manganoxiden ur bildat mangansulfat. Detta kan ske antingen termiskt eller genom reducerande spaltning. Ekonomiskt är den senare metoden att föredraga, varför undersökningen koncentrerades på denna metod. Det visade sig emellertid, att man vid reduktionen erhöll en blandning av oxid och sulfid, vilket innebär, att en stor del av den absorberade svaveldioxiden icke kan återvinnas i koncentrerad form. Dessutom måste man ha ett tämligen stort överskott av reducerande gas.



Prof. W. B. Böttling övergick därför till att studera användbarheten av kopparsulfid. Finfördelat koppar oxideras vid absorption i H<sub>2</sub>O till kopparsulfid, som sedan sulfateras till sulfat, som kan reduceras med vätegas eller med annan vätehaltig gas. Reduceringen som sker från till metall, går lätt, vilket betyder fullständig regenerering med gott utnyttjande av reduktionsgasen.



Att reduktionen sker till metall och icke endast till oxid innebär en dubbelt så stor förbrukning av reduktionsgas, en nackdel, som uppehålls av att andra sulfater delvis reduceras till sulfider, vilket innebär en ännu större förbrukning av reduktionsmedel. Reduktionen sker utan värmeförbrukning.

Reduktionen sker med sämre utbyte, om man använder den kolvätehaltiga rengasen i Kvarntorp. I stället bör den spaltade gasen, som går till ammoniakanläggningen, användas. Försöken i laboratorientala stor skala, men förutsättningen för att metoden skall kunna få någon praktisk betydelse är att billig reduktionsgas skall stå till förfogande. Vid en mängd av 10 ton SO<sub>2</sub> per timme, som nu släpps ut i Kvarntorp skulle för reduktionen teoretiskt förbrukas cirka 5000 Nm<sup>3</sup> rengas per timme, alltså större mängd än vad som nu förbrukas i ammoniakanläggningen. Denna kvantitet står icke till förfogande. Ett pris av 8-10 öre per Nm<sup>3</sup> gas betyder minst 50-60 kr/ton SO<sub>2</sub>. Utsikterna att få denna process ekonomiskt lömande synes sålunda vara mycket små.

Det till prof. Björling lämnade bidraget på 10.000 kr är förbrukat. Undersökningen i laboratorieskala är avslutad och nästa steg skulle vara försök i halvstor skala, men ovannämnda ekonomiska analys talar för att undersökningen icke föres längre för dagen.

#### b. Luftföroreningar i Kvarntorns omgivningar.

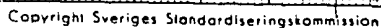
De sedan många år pågående nederbördsanalyserna har fortsatt under året. Medelhalten av damm och sulfat i ton per km<sup>2</sup> och månad framgår av diagram 1 och tabell 1. I denna senare finns också införd skillnanden mellan åren 1957-1958 och 1958-1959. Vindfördelningen under året framgår av diagram 2.

Tendensen jämfört med föregående år är en genomgående ökning för svavelhalten ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), speciellt i Kvarntorp, bostadsområdet och åt Kumla-hället, medan dammhalten har minskat i Kvarntorp och bostadsområdet och ökat något öster ut. Den ökade sulfatmängden kan bero på den ökade nederbörden under 1958-1959, varvid mera svaveldioxid tvättas ut ur luften och samlas upp.

Resultaten av Försvarets Forskningsanstalts undersökning över rökgasernas spridning omkring Kvarntorp föreligger endast i form av en preliminär rapport. Syftet med undersökningen var bl.a.

att i möjligaste mån fastställa den horisontella och vertikala utbredningen av rökgaserna från skorstenar och askhög under olika väderlekstyper och

att om möjligt fastlägga i vilken utsträckning halten av svavelhaltiga ämnen på ett antal punkter härrör från Kvarntorp eller Vnhult. Försöksmetodiken bestod i spridning av fluorescerande spårsubstanser i aerosolform i skorstenen, från askhögen i Kvarntorp

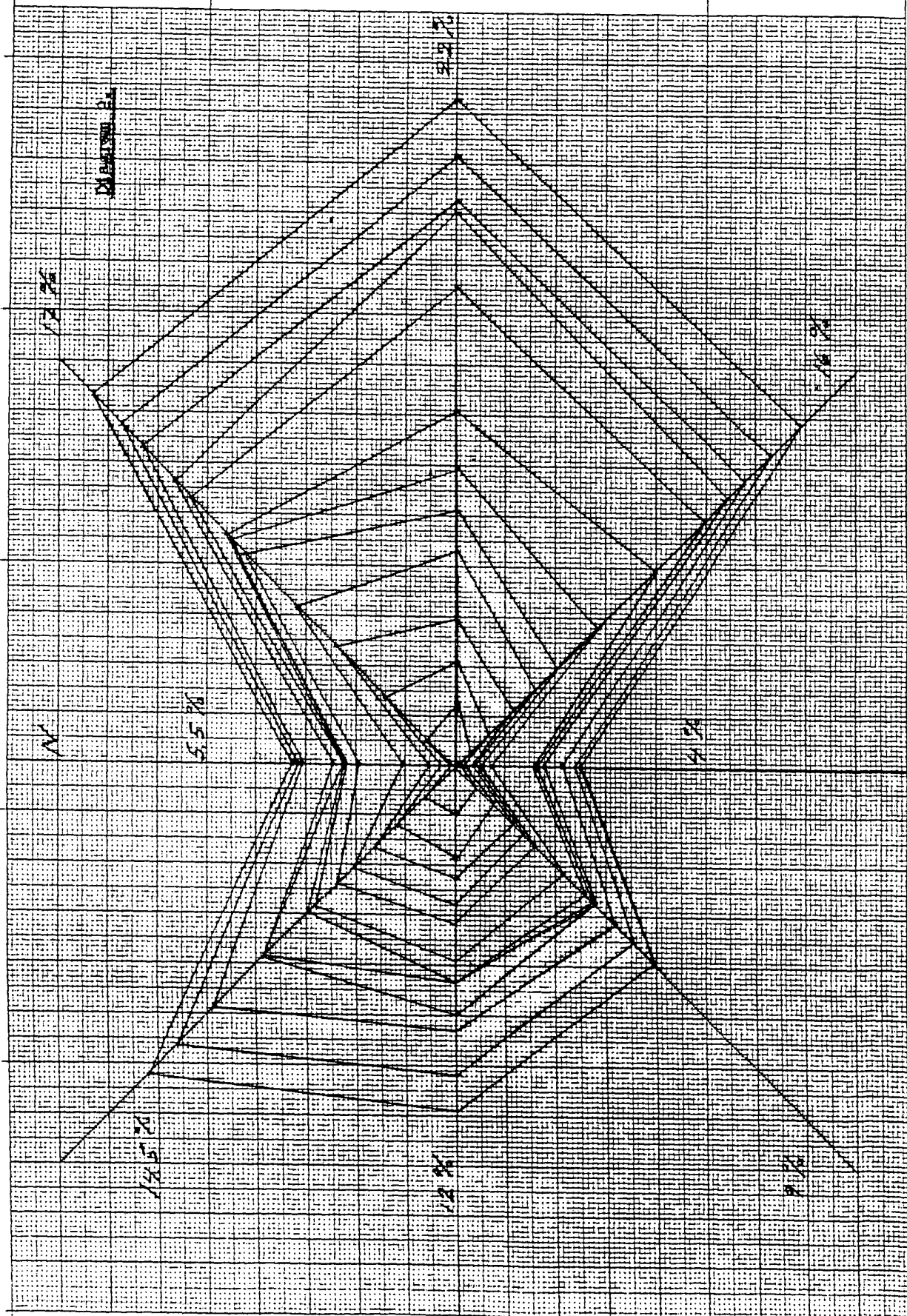
Tabell 1.

Damm och  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  i  $\text{ton/km}^2$  månad.

	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	Diff.	Damm	Diff.
Kv	24,00	+ 8,3	44,04	-17,2
Fa	1,30	+ 0,1	2,33	+ 0,1
Lö	0,59	$\pm 0$	1,02	- 0,3
Pu	0,53	$\pm 0$	0,77	+ 0,1
Bo	9,96	+ 3,9	18,79	- 2,7
Ox	1,20	+ 0,4	11,87	- 0,4
Vr	0,86	+ 0,2	2,18	-00,1
Bü	1,45	+ 0,4	2,88	+ 0,5
Käv	1,35	+ 0,4	2,45	+ 0,2
Sö	0,60	+ 0,2	1,46	+ 0,5
Lj	1,36	+ 0,2	2,64	+ 0,4
Käll	0,70	+ 0,1	1,07	- 0,2
Kätt	0,73	$\pm 0$	2,10	- 1,2
Mo	1,98	+ 0,5	2,48	- 0,5
Hy	3,26	+ 1,4	2,62	- 0,3
Hjo	1,71	+ 0,4	1,91	$\pm 0$
Vä	1,62	- 0,1	4,17	- 1,0
Ör	1,98	+ 1,5	1,12	$\pm 0$
Få	1,00	+ 0,3	1,72	- 0,3
Boä	1,12	+ 0,4	2,42	$\pm 0$
Le	0,44	$\pm 0$	0,44	- 0,6

Vinddiagram vid Kværntorp 1/7 1958 - 30/6 1959.

Diagram 2.



och marknivå vid Yxhults fältugnar samt i kemisk analys av halter svavelföreningar på olika ställen i rökgasplymen.

Den vertikala temperaturfördelningen i atmosfären är av dominerande betydelse vid studiet av luftföroreningarnas utbredning och utspädning. I huvudsak kan man tala om tre olika typer.

Den första innefattar fall, där temperaturen avtar med höjden inom det till 2000 m undersökta skiktet. I denna situation sprids luftföroreningarna i regel inom skikt, som sträcker sig upp till relativt höga höjder, varför utspädningen blir kraftig och koncentrationerna små.

I den andra typen tilltar temperaturen med höjden från marken upp till en viss nivå för att däröver avtaga. Detta är en typ med s.k. markinversion. Föroreningar från en källa på marken kan orsaka höga koncentrationer i marknivå. Ligger källan däremot högt (en skorsten) driver avgaserna därifrån långa sträckor med obetydligt avtagande koncentration och utan att nämnvärt tränga ned i de lägsta markskikten.

Den tredje typen representerar situationer med inversions-skikt i högre nivåer under vilka temperaturen avtar med höjden. Vid dessa är förutsättningarna gynnsamma för uppkomst av höga markkoncentrationer av luftföroreningar utspridda från en skorsten.

Desse tre undersökta väderlekstyper kan icke anses utgöra annat än approximativa medeltalsvärden för områdena omkring Kvarntorp. Under fältmätningarna var de tre typerna representerade och mätningarna gav en grov allmän uppfattning av omfattningen och varaktigheten av markkontamineringen från Kvarntorps skorsten och askhög samt från Yxhult. Så kunde konstateras, att vid lämplig väderlek man på 150 km från Kvarntorp kunde uppmäta en koncentration

av 50 partiklar per  $m^3$ , medan samtidigt utförda partikelkoncentrationsbestämningar på marken 10-20 km från källan visar att antalet partiklar, som härrörde från utspridningen i marknivå, övervägde över dem som kom från skorstenen. Vid andra tillfällen kunde de markkoncentrationer, som härrörde från skorstenen och i marknivån, bli av ungefär samma storlek.

En definitiv rapport kommer att föreligga under höstens lopp.

#### c. Korrosion och rostning.

Från 1950 års rostundersökningar kompletterade 1952 och 1955 föreligger resultaten från kemisk avrostning efter 2 resp. 4 års exponering. Erhållna resultat finns på diagram 3 och 4. Under nästa år föreligger 10-årsvärden på kemisk avrostning. Denna serie utgår härmed men kommer att ersättas med en ny på alla de platser, där provanordningar nu finns monterade.

En jämförelse mellan förrostningen vid Kvarntorp och Yxhult från åren 1950-53 resp. 1956-59 föreligger i diagrammen 5 och 6. Av dessa framgår egentligen endast det tidigare kända faktum, att Hynnebergs-röken är synnerligen verksam när det gäller korrosion. Av diagram 7 framgår resultatet av rostundersökningarna under perioden 1947- 1957.

De s.k. ventometerförsöken ha fortsatt och det är nog fullt klarlagt, att på de platser mellan Kvarntorp och Yxhult, där ventometrarna varit uppsatta, har angreppet på koppar och silver och sannolikt även på järn varit större vid begasning från Yxhult än från Kvarntorp. Kemiska analyser kommer i höst efter 2 års begasning att utföras av samtliga plåtar.

#### V. Avloppsvattnet.

Avloppsvattnet har under kortare tider varit av icke godtagbar kvalitet beroende på tidvis hög vattenföring och felaktiga utspolningar av pyrolysvatten på askhögen. En märkbar förbättring inträdde under vårens lopp, och om de förbränningsförsök, som skall genomföras med syrasludgen från raffinaderiet, lyckas, torde kvaliteten ytterligare förbättras samtidigt med att pyridinbesvären försvinner och en kraftig minskning av kalkförbrukningen erhålles. En viss ångproduktion bör man kunna räkna med. Det starkt sura vattnet från askhögens fot omhändertages numera direkt och pumpas via slambassängen upp på askhögen tillsammans med pyrolysvattnet, varigenom ytterligare kalk sparas.

#### VI. Övriga uppgifter.

##### 1. Försök att förbättra ammoniumsulfatets kvalitet.

Det ammoniumsulfat, som tillverkas av den i avloppsvattnet befintliga ammoniaken har icke alltid varit av den kvalitet, att det kunnat godkännas. Sulfatkristallerna har varit små, och såväl den fria svavelsyrhalten som fuktighetshalten har varit för hög, varför saltet vid lagring bakat ihop till en hård kaka.

Genom att låta saltgröten vara kvar i saturatorn så länge som möjligt får kristallerna tillfälle att växa, genom att sänka moderlutens syrakoncentration och samtidigt öka mängden tvättvatten har kornstorleken kunnat höjas och den fria syran i saltet sänkas, varigenom kvaliteten avsevärt förbättrats. Det föreligger emellertid ännu en tendens till sammanbakning, varför undersökningen fortsättes. Avgörande för sulfatets egenskaper tycks bl.a. vara den använda svavelsyrans kvalitet. Denna studeras därför ingående.



## 2. Uppgifter av rent analytisk natur.

Liksom tidigare om åren har den analytiska verksamheten drivits i den rikt, som personal varit tillgänglig. Gaskromatograf användes nu i stor utsträckning i stället för Podbielniak-kolonnen. En kromatograf har placerats vid ammoniakanläggningen, varigenom ett större antal analyser kan medhinnas. Dr. Hammar har fått en kvalificerad analytiker till hjälp vid utförande av de spektrografiska analyserna. Analytiska avdelningen fortsätter utexperimenterandet av nya analysmetoder för bestämning av exempelvis olika svavelföreningar.

## VII. Aktuella problem för kommande år.

Rökgasreningen, stybbproblemet, koksningen av den tunga oljan samt byggnads- och vägmateriälfrågorna bearbetas ytterligare. Beträffande rökgasreningen samarbetar vi med Svenska Maskinverken och vad det gäller stybbproblemet har vi kontakt med den amerikanska firman Lummus. På koksningssområdet har vi förnyad kontakt med Farbwerke Hoechst i Tyskland, och när det gäller byggnadsmateriälfrågor har vi fått en värdefull kontakt med Gustavsberg och Mälardalens Tegelbruk. Driftforskning och analytisk grundforskning kommer att bedrivas i ungefär samma omfattning som under det gångna året.

Märcks Kvarntorp i oktober 1958.

*B. Wijkström*

Utt. den	av	titel
----------	----	-------

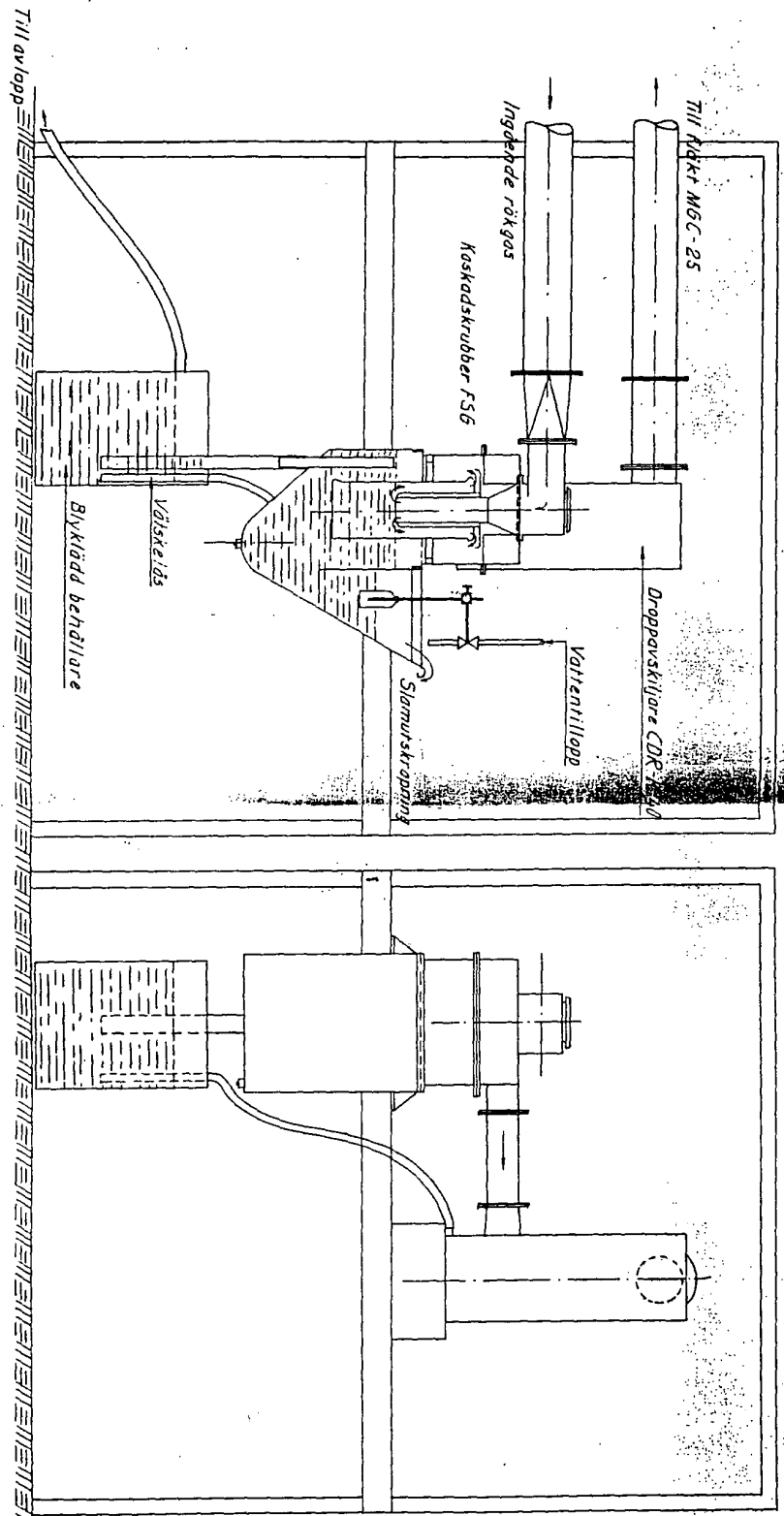


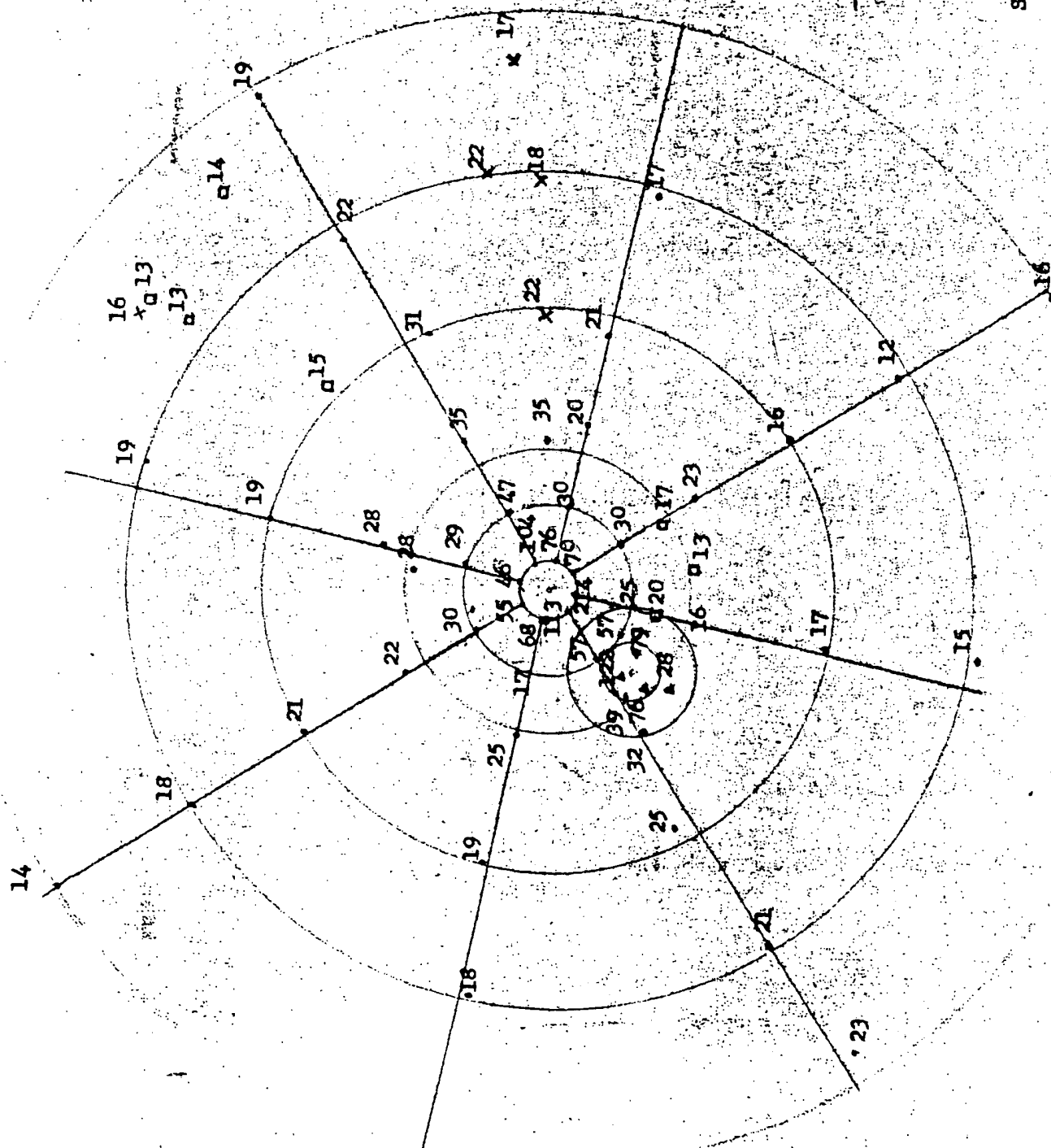
Fig. 1.

Denna ritning får inte utas vart medgivande kopieras, återges för eller utlämnas till konkurrensförmåer eller annat obehöriga personer.

Nr	Ändring	Datum	Int.	Öndr.	Nr	Ändring	Datum	Int.	Öndr.
----	---------	-------	------	-------	----	---------	-------	------	-------

Svenska Skiffer AB		BAHCO Kaskadskrubber		21L-H207	
FSG		Sammansättning			
832 SV		7.10.1959		1:25	
Avesta					

Diagram 3.



Tabell Över rostundersökningar

kring Månes Kvarnorp och

Ydults-området.

• 1950 års serie

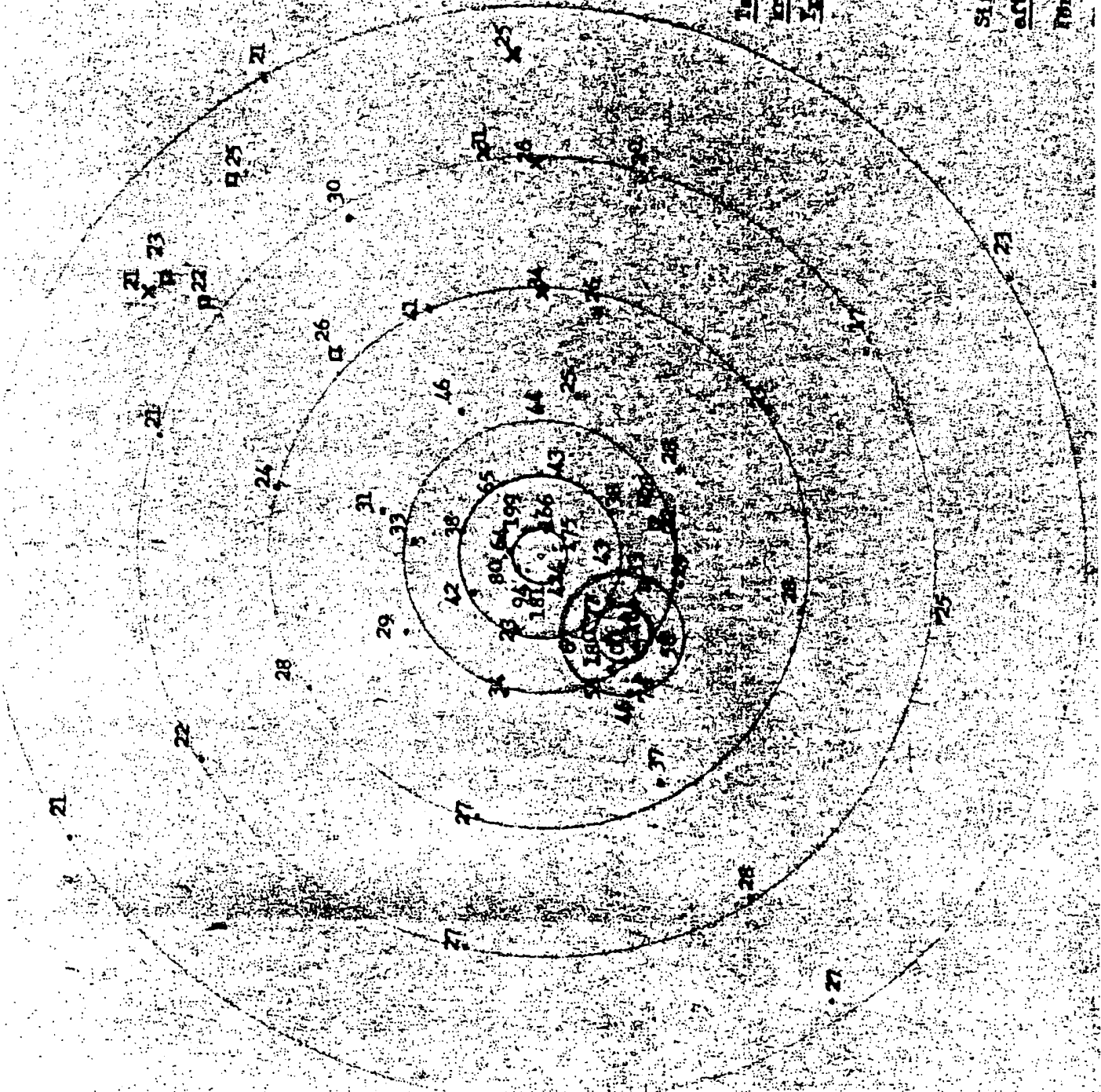
× 1952 -"-

□ 1955 -"-

△ 1956 -"-

Siffervärdena visar kemisk avrostning  
efter 2 års exponering.

Diagram 4.



Tabell över restutredningarna

kring Nithus kvarnarp och

Exhults-området

1950 års mät

1952 års mät

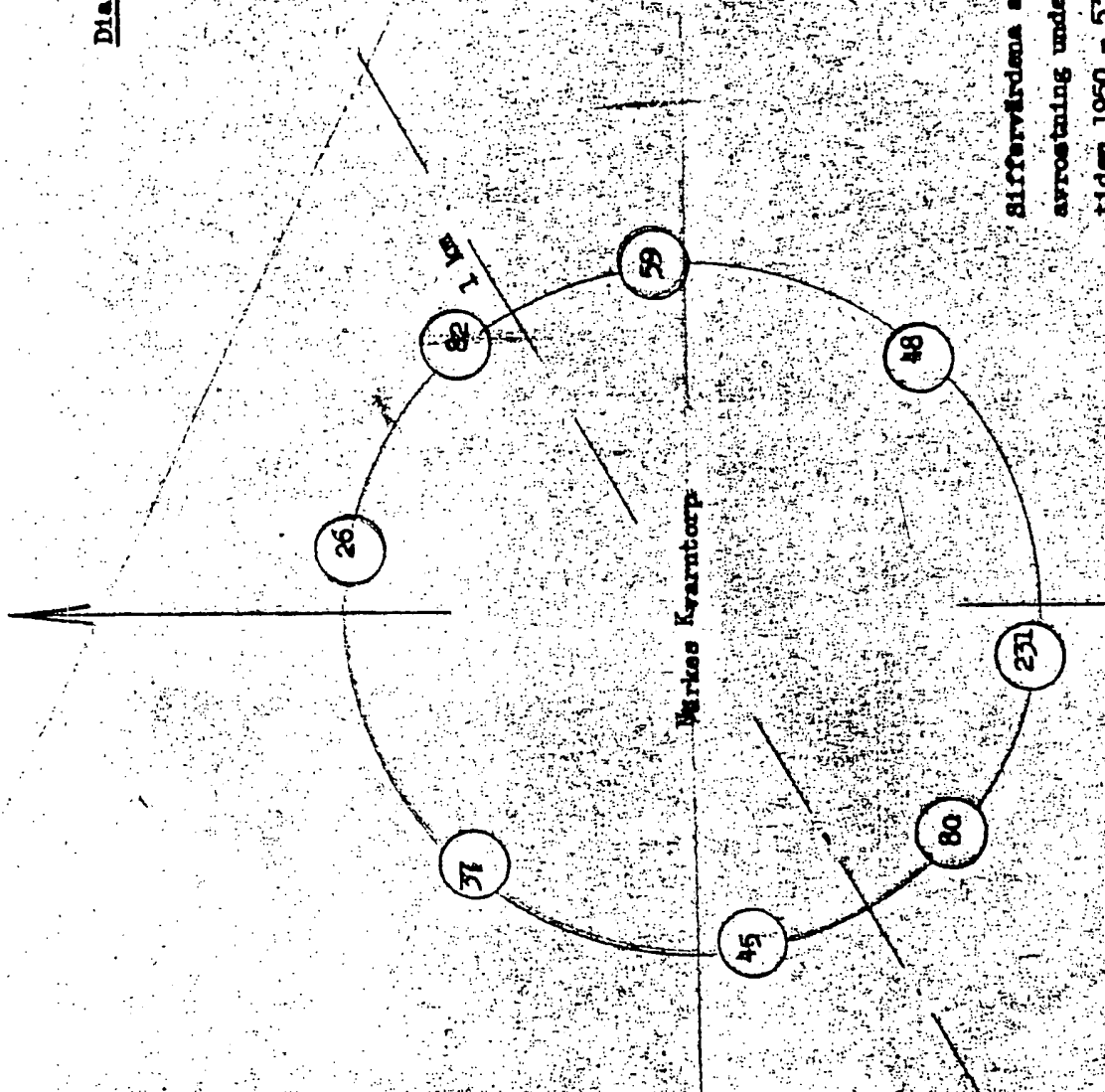
1953 års mät

1956 års mät

Siffervidningens visar korrek avrättning  
after 4 års exponering

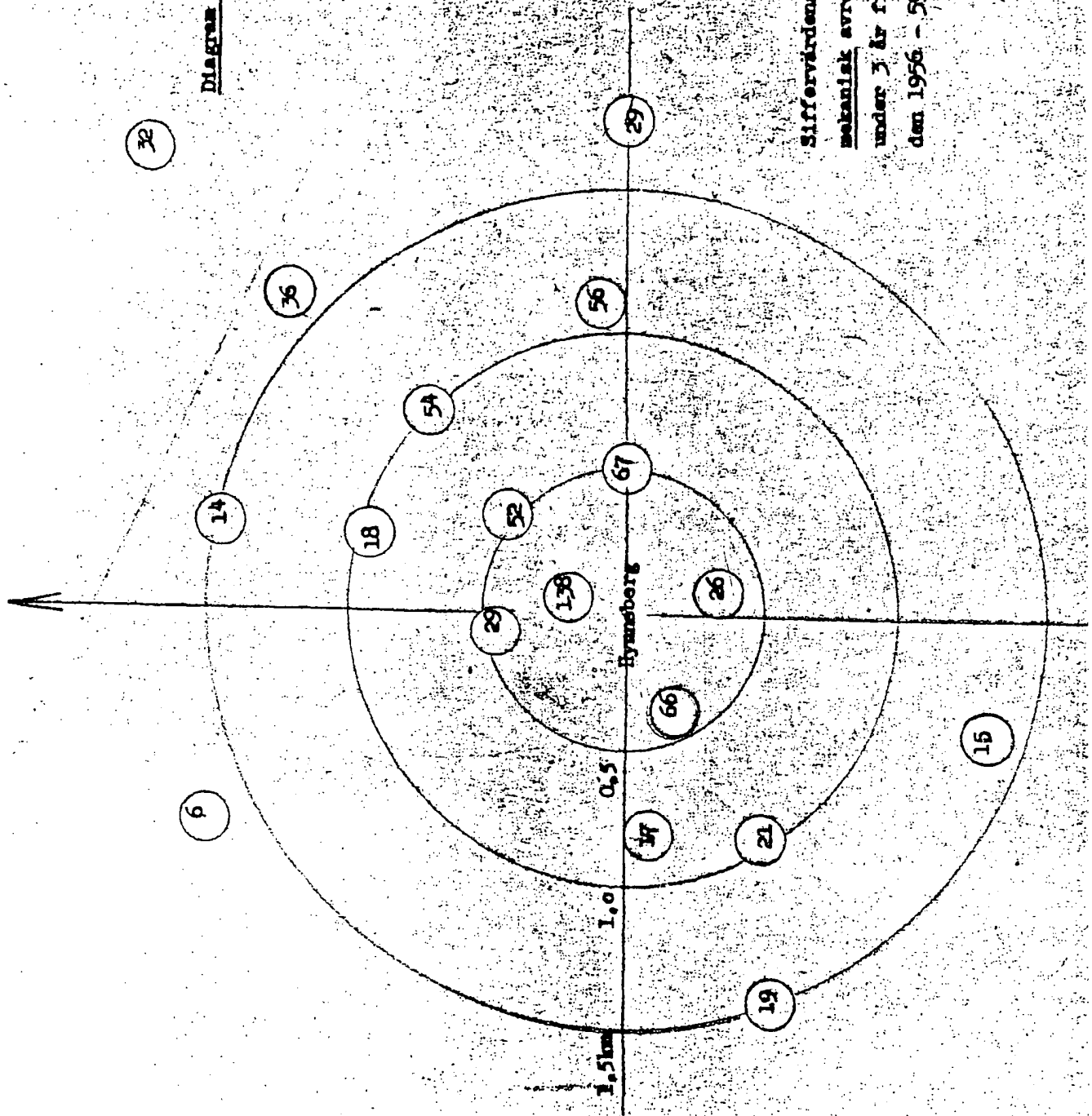
För Exhults-området framträdde inget

Diagram 5.



Siffervärdena anger mekanisk  
avrostning under 3 år från  
tiden 1950 - 53.

Diagram 6.



Siffervårdens anger  
mekanisk avrostning  
under 3 år från ti-  
den 1956 - 59.

32

36

54

56

29

26

66

37

21

19

15

6

14

18

52

138

29

Diagram 7.

Rostundersökningar i trakten av Närke's Kvarntorp  
under tio-årsperioden 1947 - 57.

Siffrorna hänföra sig till basalt avrostning i  $\text{kg m}^2$

□ S i rosten /// skogsterräng

→ öppen terräng

V1 addiagram

Närke's Kvarntorp i sept. 1959

Antony Svanqvist

Sifferorna hänföra sig till bandet avseende 1/2 2

Oppen, Corring

Marlas Evarnorp 1 sept. 1959  
Moby Pasqua

Direktbestämning av  $\text{SO}_2$  i den självregistrerande skrivande Wösthoff-apparaten har skett under tiden mars-aug. på en punkt i N. Mossby, varvid konstaterats, att  $\text{SO}_2$ -koncentrationen vid SW-vind, alltså begasning från Yxhult varit i det närmaste densamma som vid NE-vind, alltså begasning från Kvarntorp. Detta var synnerligen oväntat, då Liesegang-bestämningar tidigare givit för Kvarntorp mera ogynnsamma resultat. Apparaten är sedan augusti uppställd vid Kävesta Folkhögskola. Hittills erhållna koncentrationer där stämmer ganska väl med dem som man kan räkna sig fram till enligt Suttons formel. Detta tyder ju på att registrerat värde nog kan anses vara ganska riktigt och sålunda, med tanke på resultatet från Mossby, att begasningen på låg höjd från Yxhult får tillskrivas en större andel av föreliggande korrosions- och målnings-skador i det för båda industrierna gemensamma begasningsområdet, än vad man tidigare ansett vara fallet.

V: Övriga uppgifter.

1. Försök att förbättra ammoniumsulfatets kvalitet.

Undersökningen att förbättra ammoniumsulfatets kvalitet har fortsatt. Resultatet av undersökningen är att vissa förändringar rent apparatmässigt genomförts och vissa rekommendationer för driften har lämnats. Det har konstaterats, att den fria syran i saltet höjes kraftigt med tilltagande syramängd i moderluten. Omvänt sjunker saltets kornstorlek. Saltets färg blir ljusare, om man icke vidtar åtgärder för att neutralisera den kvarvarande syran i det fuktiga sulfatet. Hålles syrakoncentrationen på 0,1-0,2 g per 100 ml i saturatorn håller saltet under 0,03 % fri syra. Med



hänförelse här till är det synnerligen viktigt, att syrahalten i saturatorn kontrolleras mycket noga och hålles nere, så att ingen tvättning av saltet behöver vidtagas. En bättre indikator än den tidigare använda har införts. Centrifugeringstiden bör icke understiga 5 min. Genom införande av dessa ändringar har saltets kornstorlek, syrahalt och färg förbättrats. Denna senare är beroende av den levererade syrans kvalitet. Organiska produkter, kväveföreningar och järn inverkar ofördelaktigt. Det ingående  $\text{NH}_3$ -vattnet borde också filtreras. Den till avdrivarkolonnen inmatade ammoniakmängden varierar starkt, vilket försvårar driften. Nedanstående tabell ger en bild av hur sulfatets kvalitet förändrats under de sista åren.

	% $\text{NH}_3$	% $\text{H}_2\text{SO}_4$	% $\text{H}_2\text{O}$	Kornstorlek i mm		
				> 0,5	> 0,25 < 0,5	< 0,25
1956	25,5	0,09	0,11	31	48	21
1957	25,4	0,09	0,09	48	41	11
1958	25,5	0,035	0,09	76	22	2
1959	25,5	0,025	0,15	84	15	1

För att ytterligare förbättra sulfatets kvalitet borde torken förses med utsugningsfläkt för att åstadkomma en mindre fukthalt. Saturatorns plana lock bör utbytas mot kupollock, så att bildat kondensat kan rinna längs saturatorns väggar. En kylsål vore önskvärdt, varigenom risken för saltets hopbakningsförmåga skulle minska. En filtrering av ingående vatten skulle också ha god effekt. I samband härmed skall framhållas önskvärdheten av att de svavelvätehaltiga avgaserna från saturatorn om möjligt tillföres rågasnätet.

## 2. Högskiftet av rent analytisk natur.

Under året har röntgenutrustningen tagits i bruk och diffraktionmätningar med Debye-Scherrer-kamera har utförts på diverse blandningar i systemet CoMo AlO. En apparatur för termisk differensanalys har tillverkats och börjat provas. Den adiabatiske kalorimetern har förbättrats, så att större noggrannhet i bestämmingarna skall erhållas. Avsikten är bl.a. att bestämma en del spec. värmen, som är nödvändiga vid beräkningen av pyrolys-förgasningsreaktorerna. Detta senare arbete utföres som ett licentiatarbete. För övrigt har den analytiska avdelningen liksom förut om året varit sysselsatt med utprovning av nya och förfining av äldre analysmetoder.

## VI. Aktuella problem för det kommande året.

Räkgaseringsanläggningen för 10.000 Nm<sup>3</sup> rökgas i tim. kommer under november månad att igångsättas och beräknas vara i drift 8-12 månader, innan allt material för en större anläggning föreligger färdigt. Pyrolys- och förgasningsproblemet hoppas jag redan under höstens lopp vara kommet så långt att, om medel då ställs till för-fogande, skall en halvstor anläggning kunna vara i drift nästa höst. Byggnadsmaterialfrågorna ska vidare bearbetas, likaså skall under-ställningen av den tunga oljan fortsättas. Underlag för en Avox-undersökning arbetande under tryck skall tagas fram. Driftforskning och analytisk grundforskning skall bedrivas i den takt som är önskvärd och i den mån laboratoriepersonalen räcker till.

Närkes Kvarntorp i september 1938.

*A. Nijmberg*

R e d o g ö r e l s e

Över verksamheten vid Svenska Skifferolje Aktiebolagets  
laboratorium i Närkes Kvarnorp 1.7. 1959 - 30.6. 1960.

## Innehållsförteckning

I.	Inledning -----	1
II.	Skiffer- och askproblem -----	1
1.	Utländska skifferar -----	1
2.	Fluidiseringsförsök -----	2
3.	Byggnads- och vägmateriäl -----	4
a.	Byggnadskalk -----	4
b.	Porballast -----	4
c.	Celltegel -----	5
d.	Vägmateriäl -----	6
III.	Oljeproblem -----	7
1.	Den tunga oljan -----	7
2.	Skifferbensinens motoregenskaper -----	8
IV.	Gasproblem -----	10
1.	<u>Avox</u> -processen -----	10
2.	Rökgaserna -----	10
a.	Rökgasrening -----	10
b.	Luftföroreningar i <u>Kvarntorps</u> omgivningar	14
c.	Korrosion och rostning -----	18
V.	Övriga uppgifter -----	25
1.	Katalysatorfrågor -----	25
2.	Diverse undersökningar beträffande skifferförsörjningen -----	26
3.	Uppgifter av analytisk natur -----	26
VI.	Aktuella problem för det kommande året -----	27

## I. Inledning.

Under det gångna året har undersökningarna över pyrolys och förgasning av skiffer i fluidiserat tillstånd avslutats. Den halv-stora rökgasreningsanläggningen har varit i drift ett par månader och fortsatta försök att finna användning av askan som byggnadsmaterial har utförts. Analysen av den tyngre oljan har likaså fortsatts och Avox-försök under tryck pågår.

## II. Skiffer- och askproblem.

### 1. Utländska skifferar.

Från South Pacific Mines, New Zealand, har anlänt några skifferprov. Det var i första hand oljehalten, som var av intresse. Som av tabell 1 framgår är det en mycket mager, svavelfattig skiffer med hög fukt- och kokshalt.

Tabell 1.

Prov nr.	Skiffer								Koks		
	Fukt %	Olja %	Koks %	Vat- ten %	Rest %	C %	H %	S %	C %	H %	S %
1	17,0	3,1	87,7	6,0	3,2			0,50			
2	13,7	3,2	90,4	2,6	3,8						
3	7,4	1,0	94,5	1,8	2,7						
4	15,2	4,6	89,5	3,6	2,3	8,40	1,70	0,30	4,25	0,83	0,12
5	17,2	3,6	89,1	4,3	3,0						
6	12,0	3,8	89,7	3,0	3,5	12,73	1,95	0,54	4,83	0,90	0,43
7	13,2	2,7	62,1	18,2	17,0						
8	20,3	spår	96,9	1,6	1,5	} Lignit					
9	8,9	"	96,4	2,6	1,0						

Skiffern är sålunda väsentligt sämre än vår skiffer och torde ur oljesynpunkt sakna allt intresse.

## 2. Fluidiseringsförsök.

I förra års redogörelsen meddelades, att ett kompletterande försöksprogram för laboratoriereaktorerna hade uppgjorts. Detta avslutades i stort sett redan förra hösten och under våren har erhållna resultat bearbetats och redovisats i ett stort antal delrapporter, som tillställts prof. Stelling och Rasmussen. Lammus utarbetade ett detaljerat flötschema, och anläggningen kostnadsberäknades.

Anläggningen består av tre delar, en stybbupparbetningsdel, en reakterdel och en kondenseringsdel.

I upparbetningsdelen framsållas ur fallande stybbmängder den stybb (< 1,25 mm), som skall tillföras pyrolyreaktorn och i kondenseringsdelen omhändertages den producerade pyrolysgasen. Oljan utkondenseras och den kvarvarande gasen uppvärms och analyseras, varefter den tillföres gasnätet.

Reakterdelen består av två reaktorer, en för pyrolysens och en för förgasningens genomförande. Asktransporten från förgasnings- till pyrolyreaktorn och koktransporten från pyrolys- till förgasningsreaktorn sker pneumatiskt. För avskiljning av stoft i gaserna från reaktorerna finns cykloner och eventuellt även ett elektrofilter. Gasen från förgasningsreaktorn, som under vissa betingelser är brännbar, utnyttjas liksom vid försöksanläggningen.

Vid en kapacitet på 2 - 2,5 ton stybb/h beräknades totalkostnaden för försöksanläggningen till något mer än 1,5 miljoner kronor.

Härtill kommer eventuellt ett elektrofilter på ca. 300.000 kronor. Denna kostnadsberäkning grundar sig till stora delar på erhållna effekter. Driftkostnaden för ett års drift beräknas till 400.000 kronor.

Anläggningen har stor flexibilitet, så att möjligheter finns att fastställa grunddata för en kommersiell anläggning, d.v.s. den skall ge storleken av de effekter, vi icke anser oss kunna överföra från eller undersöka i den stora laboratorieskalen. Det har diskuterats, att vi skulle fortsätta laboratorieundersökningarna och först senare taga ställning till byggandet av den större anläggningen. Det är ju en bedömningsfråga, hur långt man skall drive en laboratorieundersökning, innan man övergår till pilot plant skala. Redan hösten 1959 bedömde vi saken så, att det då på basis av Lummus' fluidiseringserfarenheter, egna undersökningar och vår kunskap om skiffern och dess egenskaper i allmänhet fanns ett tillräckligt säkert underlag för att med hänsyn till tidsfaktorn övergå till pilot plant skala.

Sedan lic. Brändberg slutat hos oss ligger allt arbete på pyrolys och förgasning av stybb i fluidiserad bädd nere med undantag av det arbete som ing. Sandblom utför som licentiatarbete och på anslag från Tekniska Forskningsrådet. Sandbloms uppgift går i korthet ut på att fastlägga de olika reaktionsförlöppen mera i detalj och att bestämma den fluidiserade bäddens dynamiska egenskaper. Med hjälp av s.k. frekvensanalys bör man kunna få klarhet i processens dynamik, dess överföringsfunktioner, lämpligaste kontrollkretsar och placering av mätorganen. Vidare bör erfarenheter vinnas beträffande reaktionernas

förlopp inuti bädden samt i hur hög grad så kallad back-mixing sker och vilka faktorer som påverkar denna. Troligen kommer vissa funktioner att få beräknas i matematikmaskin.

### 3. Byggnads- och vägmateriäl.

#### a. Byggnadskalk.

Under årets lopp har en stor serie jämförande pelarprovningar mellan Kraftkalk och KC 21 utförts vid Statens Provningsanstalt. De erhållna resultaten är i det närmaste lika för de båda materialen. Byggnadsstyrelsen har dock icke på basis av föreliggande undersökningar velat ge något generellt godkännande av Kraftkalk som likvärdig med KC 21. Tillä vidare har Kraftkalk klassificerats som C-bruk, d.v.s. motsvarande KC 21/4 att användas i samtliga normala fall som dock vid speciellt höga tryckpåkänningar, vid dåligt sugande material och vid enormala väderleksförhållanden måste föresättas med en mindre mängd cement. Detta godkännande är för dagen helt tillfredsställande, men det är helt naturligt att vi skall fortsätta våra undersökningar, så att vi kan komma fram till ett material, som kan godkännas helt generellt.

#### b. Porballast.

Vi har även under det gångna året misslyckats med att få porballastugnen i sådant skick, att kontinuerliga undersökningar kunnat genomföras. Svårigheterna har legat däri, att materialet icke vandrat fram i ugnen vid expansionstemperaturen. Dessutom har upprepade haverier inträtt på grund av mindre lyckade konstruktiva detaljer. Viss



förbättring har kunnat konstateras sedan vagnen omkonstruerats i Berlin. Ytterligare ändringar återstår emellertid. Tyskarna, som äntligen börjat inse allvaret i hela projektet har nu avdelat fyra man, som i Berlin ingående skall studera konstruktionen. Vagnen är ånyo sänd ned till Berlin. Om icke de försök, som skola igångsättas under höstens lopp resulterar i ett godtagbart material, torde hela projektet behöva omprövas. Under tiden arbetar Mälardalens Tegelbruk med en roterugn.

### c. Celltegel.

Celltegel är en lättviktsprodukt. Den kan framställas av lera eller av skifferaska med inblandning av små expanderade plastkulor. Dessa bortbrännes vid teglets bränning, som sker i en konventionell tegelugn. Individuella porer uppstå därvid i massan. Cellteglet bör kunna bli en konkurrensprodukt till lättbetong. Den överträffar denna i flera avseenden. Den har högre tryckhållfasthet, är frostbeständig, helt torr, har en vackert röd färg och har bättre byggnadstekniska egenskaper. Celltegel för byggnadsändamål har icke ännu tillverkats i Sverige.

Lönsamheten av celltegeltillverkning är beroende av priset på plasten och naturligtvis av storleken på fabriken. En sådan för 25 miljoner sten per år har kostnadsberäknats till 3 à 3,5 miljoner kronor. Om man utför expansionen av plasten i egen regi bör celltegeltillverkningen ge en god vinst. Samarbete sker med uppfinnaren av cellteglet och sedan lyckade prov har genomförts vid Fyledalens Tegelbruk torde nästa steg i utvecklingen bli att ett större prov utföres hos den tyska firma, som levererat apparaturen vid Fyledalens Tegelbruk.

d. Vägmaterial.

I förra årsredogörelsen omnämndes och beskrevs den beläggning, som skulle läggas på infartsvägen till verket. Den utfördes under augusti månad i fjol av Armerad Betong i samråd med Statens Väg-institut. Inalles belades en 450 m lång, 8 m bred vägbana. Av denna sträcka utgjordes <sup>150</sup>~~300~~ m av ett 250 mm tjockt såväl armerat som oarmerat stabiliseringslager. Detta asfaltbelades. En månad efter läggningen öppnades vägen för trafik.

På rekommendation av Statens Veginstitut saltades skifferbetongdelen ganska kraftigt under vintern. Veginstitutet ville ha klarlagt, om skifferbetong stoppar bättre mot saltning än vanlig betong. Efter tre saltningar kunde konstateras, att saltet angrep ytan. Ytterligare saltning stoppades. Skadorna visade sig på våren vara så allvarliga, att hela sträckan kommer att asfalteras. Förutom saltskador förefaller det som om även vittringsskador föreligger.

Stabiliseringsdelens yta är efter ett år opåverkad. Armerad Betong ansåg att expansionsfogar här vore onödiga. Tvärgående sprickor uppkommo emellertid efter cirka ett halvt år. De är dock av ofarlig karaktär. Expansionsfogar bör man alltså räkna med.

Under vinterns lopp kommer vissa temperaturmätningar att äga rum i vägbanan.

### III. Oljeproblem.

#### 1. Den tunga oljan.

I förra årsredogörelsen underströks betydelsen av en grundlig kännedom om oljans karaktär och att en rent analytisk kartläggning av oljan därför ansågs befogad.

Under det gångna året har modellförsök utförts med rena kolväten för att standardisera metoder för separering och analys av olika kolväteklasser. Det har definitivt konstaterats, att man varken med Ni-katalysator eller Mo-katalysator kan selektivt hydrera icke kolväten och olefiner, varför dessa hydreringsförsök avslutats.

En fullständig hydrering av icke kolväten, olefiner och aromater är möjlig över nickel vid en temperatur av  $275-300^{\circ}$  utan att isomerisering, krackning eller andra bireaktioner inträder. Strukturanalys av den omättade hydreringsprodukten är möjlig med hjälp av dehydrering till rena aromater och separering och identifiering med vanliga metoder. Det är i första hand ringstrukturen, som ansetts vara värdefull. Hydreringen måste utföras med mycket trånga fraktioner, varför arbetet blir mycket omfattande.

Dehydrering har studerats under olika betingelser och med olika katalysatorer. Den bästa katalysatorn är platina på aktivt kol. En del bireaktioner uppträder även vid dehydreringen. Dehydreringshastigheten har följts genom kontinuerlig uppmätning av den bildade vätgasmängden. Kondenserade ringar dehydreras i allmänhet långsamt, medan isolerade ringar dehydreras avsevärt mycket snabbare. Skillnaden är dock icke så stor, att en analytisk separation av de båda grupperna är möjlig, men den är stor nog att ge svårigheter vid analys av blandningar.

Den ganska enkla kromatografiska separeringen av aromatiska kolväten med olika antal kondenserade ringar kompliceras genom närvaron av aromater med isolerade ringar och av kolvätet fluoren. Resultatet av undersökningen kan ännu icke överblickas. Hittills har emellertid konstaterats, att aluminiumoxidgelens vattenhalt och kolonnens packning har viss betydelse samt att en del kolväten är speciellt känsliga, så att ordningsföljden vid separeringen kan ändras.

För att få en teoretisk grundval har adsorptionsisotermen för rena kolväten och binära blandningar bestämts. För att få reproducerbara värden fordras mycket noggrann kontroll av alla försöksbetingelser och mycket arbete måste offras innan en metod kan standardiseras.

## 2. Skifferbensinens motoregenskaper.

Under den sista tiden har nya antiknockningsmedel kommit i marknaden. Bland annat kan nämnas AK-33X (metylcyklopentadienyl-mangantrikarbonyl)  $(\text{CH}_3 \cdot \text{C}_5\text{H}_4) \cdot \text{Mn}(\text{CO})_3$  med 25,2 vikts-% Mn, som provats i skifferbensin. Förutom detta medel tillsattes bensol, butan, toluol, keromoll och tetraetylblei i varierande mängder. Försöket gick ut på att försöka erhålla en 97-oktanig bensin.

Manganets inverkan på vit resp. 93-oktanig bensins oktantal framgår av tabell 2.

Tabell 2.

g Mn/lit.	Oktantal		
	Vit	Vit med 0,04 % bly	93-oktanig
0	77,6	85,7	93,3
0,20	87,3	89,6	96,4
0,40	90,1	92,5	97,7

Den 93-oktaniga bensinen innehöll förutom ca. 0,05 % bly, 0,67 % keromoll, 7 % butan och 8 % bensol.

Som synes kan sålunda en 97-oktanig bensin tillverkas, men Mn-halten måste anses vara i överkant och kostnaden blir för hög. Det enda alternativ som möjligen kan diskuteras är att ersätta en del mangan med maximalt 10 % toluol och höja keromolltillsatsen till 1 %.

En sådan bensin får oktantalet 97, men alternativet kan dock icke utan vidare rekommenderas. Bensinen blir nämligen ganska instabil. Vid prov i praktisk drift (cirka 1000 mils körning) visade det sig också att utfällningar uppträdde i bensinen efter någon tid. Det blev motorstopp på grund av igensättning av filter, samtidigt som tändstiften fick bytas ut efter en onormalt kort tid. Utsikterna att med hjälp av det nya Mn-antiknackningsmedlet med skifferbensin som bas tillverka en ur alla synpunkter högvärdig 97-oktanig bensin tycks sålunda vara små, varför enda utvägen att med skifferbensin komma fram till 97-oktanig högvärdig bensin torde vara att uppföra ett nytt raffinaderi.

#### IV. Gasproblem.

##### 1. Avox-processen.

Försök att genomföra Avox-processen under tryck har pågått under hela året. Det har visat sig, att termiska reaktioner börjar vid avsevärt lägre temperatur än vid atm. tryck, låg halt av svavelväte medför högre s.k. kritisk syrekonzentration och vid en gas fri från svavelväte nedgår katalysatorns aktivitet till ett lågt jämviktsvärde och kan återställas genom reduktion med en syrefri gas. Sänkningen av aktiviteten vid en svavelvätefri gas är mycket stor och det är därför viktigt att känna sambandet mellan svavelvätekonzentration och aktivitet. Försök har därför påbörjats att studera systemet katalysator-  
 $H_2S-H_2-O_2$ .

Problemet att bestämma syre i rågas efter Avox-anläggningen har återupptagits. Det har nämligen visat sig, att sannolikt olefinerna stör Orsat-analysen, så att en skenbart för hög syrehalt erhålles. Orsat kan emellertid också ge för låga syrehalter, när vid borttagningen av sura gaser med KOH bildad  $K_2S$  kan oxideras. Det gäller att finna en bekväm metod med tillräcklig stor noggrannhet. En sådan är under utarbetning och det finns utsikter att syre kommer att kunna bestämmas ned till 100 ppm eller 0,01 %.

##### 2. Rökgaserna.

###### a. Rökgasrening.

Den under året färdigställda rökgasanläggningen bestående av kylkrets, adsorptionskrets och desorptionskrets samt en vakuumkrets med ammoniumsulfatfälla, centrifug och salttork, har nu varit i drift så länge att man kan börja bilda sig en uppfattning om dess arbets-sätt, driftssvårigheter och förbrukningsdata.

Det var helt naturligt, att det i början av driften inträffade vissa driftsavbrott men i stort sett har anläggningen hela tiden fungerat tillfredsställande. Den har körts dels med, dels utan inhibitor tillsats. Endast resultaten från försöken utan inhibitor har bearbetats så långt att en sammanfattning har kunnat göras. Den föreligger här som en balansuppsättning.

Svavelbalans i viktsprocent.

Ingående		Utgående		Ryska resultat i Moskva
I startlösning	2,15	I slutlösning	1,28	
I rökgas	97,85	Förlust vid kylning	8,60	10
		I $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	3,79	9
		I utg. renad rökgas	29,40	8
		I $\text{SO}_2$ -produkt	54,49	65
		Oredovisat	2,44	7
Summa	100,0	Summa	100,00	99

Detta betyder alltså, att reningsgraden har varit 70 %-ig och adsorptionen i adsorptionscentrifugen 67 %-ig. Svaveldioxidens oxidation i procent av  $\text{SO}_2$ -mängden i rökgasen har varit 4,4 och i procent av absorberad mängd 7,3. Tiosulfathalten har icke ökat under försökstiden. Den lilla  $\text{SO}_3$ -mängd, som finns i rökgasen, inkluderas i ovanstående siffror.

Ammoniumsulfatet håller en mindre mängd sulfit, vilket för-  
orsakar lukt av  $\text{SO}_2$

Ammoniakbalans, viktsprocent.

Ingående		Utgående	
I startlösning	12,0	I slutlösning	11,4
Tillsett $\text{NH}_3$	88,0	I $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	37,6
		Förluster	51,0
Summa	100,0	Summa	100,0

Som synes har förlusten varit mycket stor. Den sammansätter sig av förluster vid dosering, i utpild lösning och i avgående rökgas. Den förra av dessa är den dominerande, varför i fortsättningen en annan doseringsmetod skall användas.

Materialförbrukningen framgår av tabell 3.

Tabell 3.

Materialförbrukning.

	Mängd pr ton $\text{SO}_2$ i rökgas.	Mängd pr ton Utvunnen $\text{SO}_2$	Uppgifter från Moskva-anl. pr ton utv. $\text{SO}_2$
Ånga till förvärmning av lösningen, ton	0,70	1,26	
Ånga till avdrivning av $\text{SO}_2$ ur lösningen, ton	2,07	3,72	
Ånga till indunstning av lösningen, ton	2,67	4,81	
Ånga till torkning av $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , ton	0,007 5,45	0,013 9,80	8
El-energi, kWh	1120	2020	735
Vatten, $\text{m}^3$	658	1180	90
$\text{NH}_3$ , ton	0,047	0,085	0,132



Som framgår av tabellen har ångförbrukningen uppgått till 5,45 ton per ton  $\text{SO}_2$  i rökgasen eller 9,8 ton per ton utvunnen  $\text{SO}_2$ . Av denna mängd kommer cirka 50 % på industningen, vilket är högre än väntat. Orsaken till den höga ångförbrukningen kan tillskrivas lösningens låga koncentration och olämpligt doceringsställe för ammoniaken. Ändring kommer att ske vid kommande körningar.

El-energiförbrukningen har varit relativt hög, vilket berott dels på att två vakuumpumpar använts i stället för en, dels på att cirkulationspumpningen av vatten genom hydrocyklonerna och bortpumpningen av slamvatten förbrukat mycket kraft. Likaså har rökgasfläkt och gascentrifuger förbrukat mer kraft än väntat. I en större anläggning bör elkraftförbrukningen bli relativt mindre beroende på lägre tryckfall i ledningar och högre verkningsgrad på pumpar och motorer.

Även vatten- och ammoniakförbrukningarna äro höga. Färskvattenförbrukningen kan nedbringas högst avsevärt om gradérverkvatten användes i största möjliga utsträckning. Beträffande ammoniaken återfinnes ju en del i form av sulfat. Den verkliga förbrukningen motsvarar 28 kg pr ton  $\text{SO}_2$  i rökgasen eller 50 kg per ton utvunnen  $\text{SO}_2$ . Även denna bör kunna sänkas.

Samtidigt som redan utförda försök med inhibitortillsats bearbetas kommer försöken att fortsätta under varierande betingelser, troligen året ut. Bland annat kommer speciella körningar att utföras i samarbete med Svenska Maskinverken i och för framtagna av data behövligen för beräkning och konstruktion av en stor anläggning.

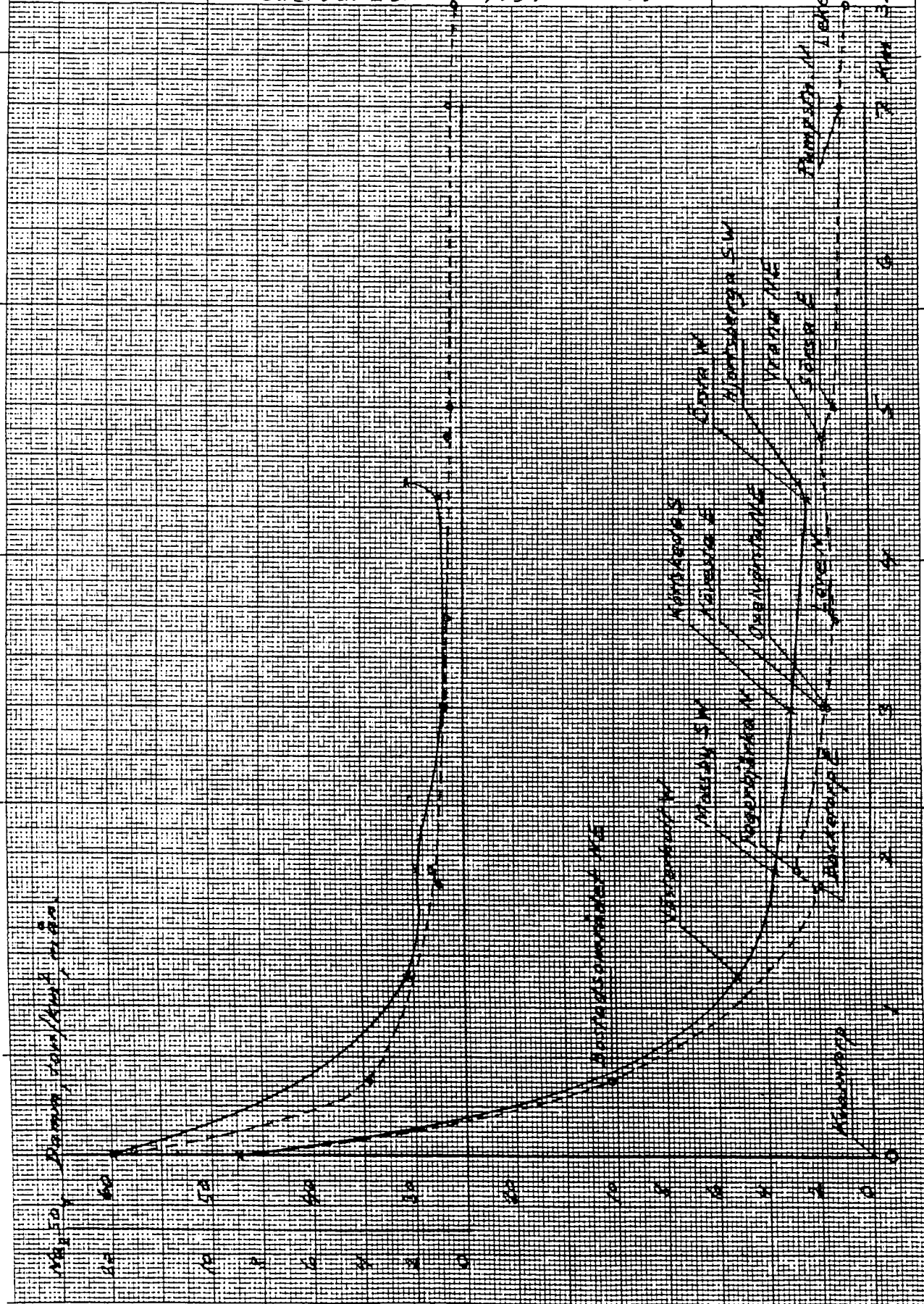
b. Luftföroreningar i Kvarntorps omgivningar.

Nederbördsanalyserna har fortsatt under året. Medelhalten av damm och sulfat per km<sup>2</sup> och månad framgår av diagram 1 och tabell 4.

Dammängderna har under året minskat i ost-nordostsektorn och ökat speciellt starkt i västsektorn, medan sulfatmängderna minskat på alla stationer utom för några väster om Kvarntorp. Orsaken till den ökade tendensen västerut sammanhänger sannolikt med vindriktningen. Denna har under året visat en klar tendens att vilja hålla sig på ostkanten. Sålunda har det blåst mot västsektorn, alltså ostlig vind, 48 % av året mot 36 % året 1958-1959. Vinddiagrammet för året framgår av diagram 2. Nederbörden har under året varit endast 455 mot 677 mm under föregående år, vilket kan förklara <sup>den</sup> nedåtgående tendensen beträffande sulfatmängderna.

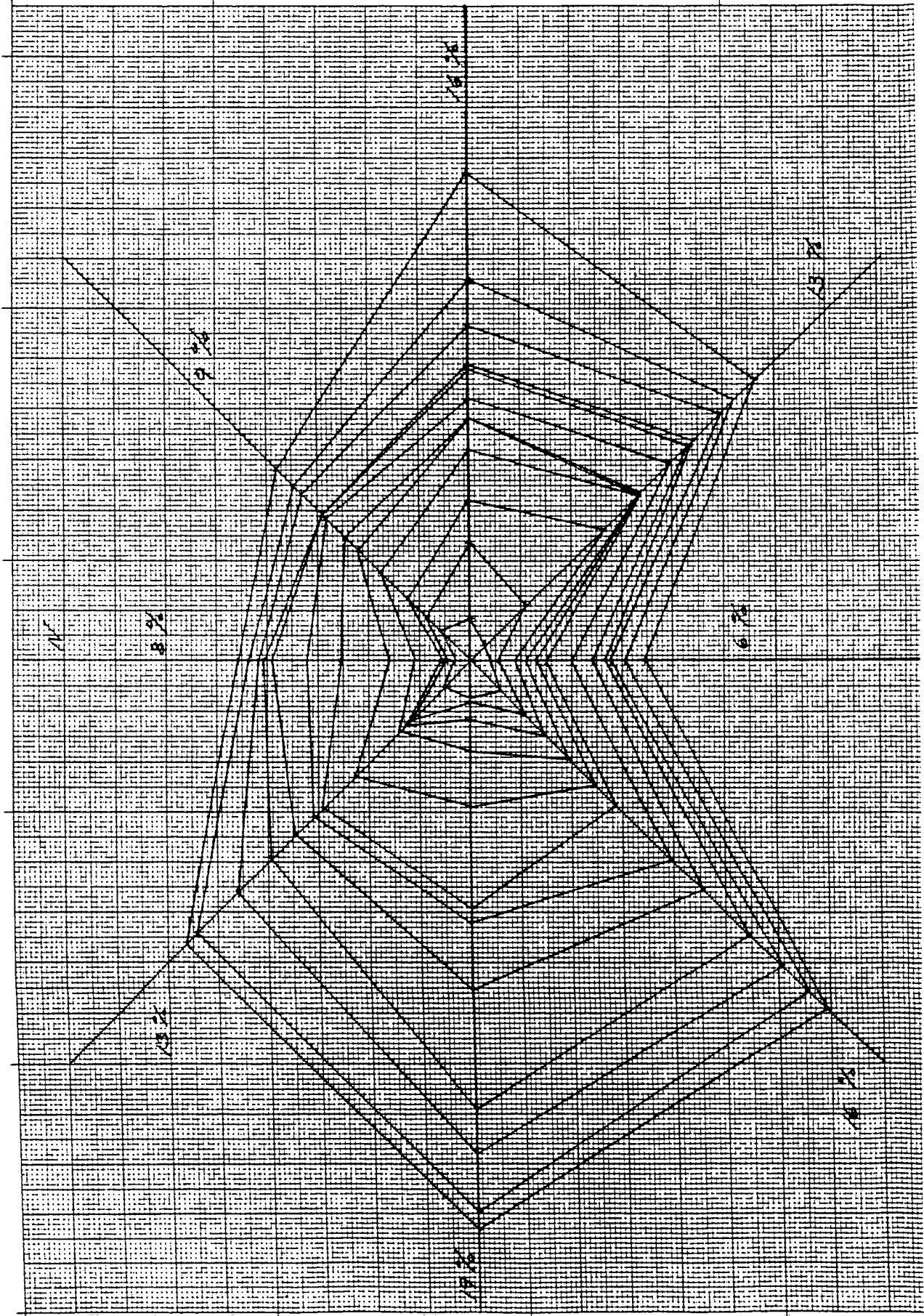
Diagram 1.

Regnvattnets damm- och  
sulfathalt i Kvarntorps  
omgivningar.  
Medelvärden 1959-1960.



Vinddiagram vid Kvarntorp  
1/2 1959 - 30/6 1960.

Diagram 2.



Tabell 4.

Damm och  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  i regnvatten, angivet i  $\text{ton/km}^2$ , månad

medelvärden 1/7 1959 - 30/6 1960.

Station	Damm	Diff. från föregående år	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	Diff. från föregående år
Kv	47,3	+ 3,3	19,8	- 4,2
Fa	2,84	+ 0,5	1,33	$\pm$ 0
Lö	1,19	+ 0,2	0,59	$\pm$ 0
Fu	1,03	+ 0,3	0,47	- 0,1
Eu	10,6	- 8,2	3,77	- 6,2
Ox	1,55	- 0,3	0,74	- 0,5
Vr	1,79	- 0,4	0,59	- 0,3
Bä	1,92	- 1,0	0,95	- 0,5
Käv.	1,75	- 0,7	0,72	- 0,6
Sö	1,24	- 0,2	0,43	- 0,2
Lj	2,84	+ 0,2	1,42	+ 0,1
Käll	1,33	+ 0,2	0,55	- 0,2
Kätt	3,02	+ 0,9	0,73	$\pm$ 0
Mo	3,69	+ 1,2	1,85	- 0,1
Hy	2,95	+ 0,3	1,87	- 1,4
Hj	2,67	+ 0,8	2,20	+ 0,5
VU	5,13	+ 1,0	2,15	+ 0,4
Ör	2,39	+ 1,3	0,88	- 1,1
Få	2,56	+ 0,8	0,81	- 0,2
Enä	3,85	+ 1,4	0,78	- 0,3
La	0,77	+ 0,3	0,27	- 0,2

### c. Korrosion och rostning.

1950 års rostundersökningar har avslutats i år. Viktsminskningen efter kemisk avrostning efter 10 års exponering framgår av diagram 3. Som synes är värdena SV om Hynneberg högre än på samma avstånd NO om Kvarntorp. Något som förvånar är de relativt höga värdena på längre avstånd söder ut från Kvarntorp.

Denna serie har i sommar ersatts av en ny kompletterad med ytterligare plåtar öster och sydost om Kvarntorp. Med 1956 års Yxhults-serie täcker materialet ett område, som är större än under någon period tidigare. Endast kemisk avrostning efter 2, 5 och 10 års exponering kommer i fortsättningen att äga rum.

Diagram 4 återger resultatet efter 2 års exponering (1958-1960) i jämförelse med resultatet efter 2 års exponering 1950-1952. Som synes har korrosionsangreppet varit något mindre 1958-1960 än 1950-1952 möjligen med undantag för området kring Hynneberg och söder om Kvarntorp.

Diagram 5 och 6 illustrerar hur förrostningen ser ut omkring Kvarntorp och Hynneberg efter 2 resp. 4 års exponering. Dubbelsiffrorna betyder viktsminskningen för de mot resp. från rök-gaskällorna vända sidorna. De streckade cirkelarna i de båda tablåerna utgör samma station. Det föreligger ingen som helst tvekan beträffande Hynnebergs-rökens kraftiga korrosiva inverkan.

De s.k. ventometerförsöken har fortsatt och efter 2 års exponering har nu Fe, Cu- och Ag-plåtarna analyserats. Resultatet framgår av tabell 5. Siffrorna för silver och koppar visar mängden bildade anlöpningsprodukter i  $10^{-6}$  g/cm<sup>2</sup> och siffrorna för järn visar

Diagram 3.

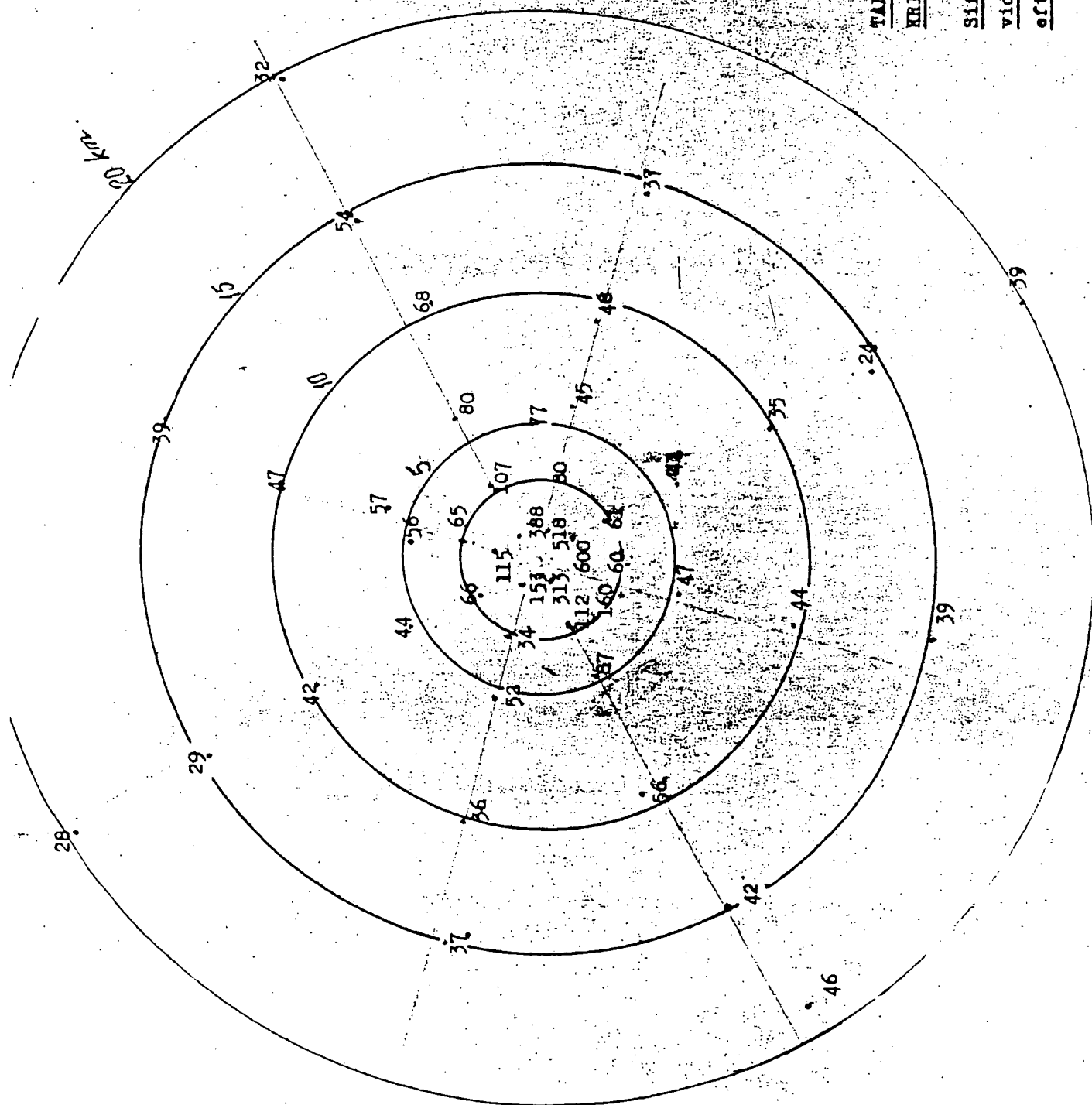
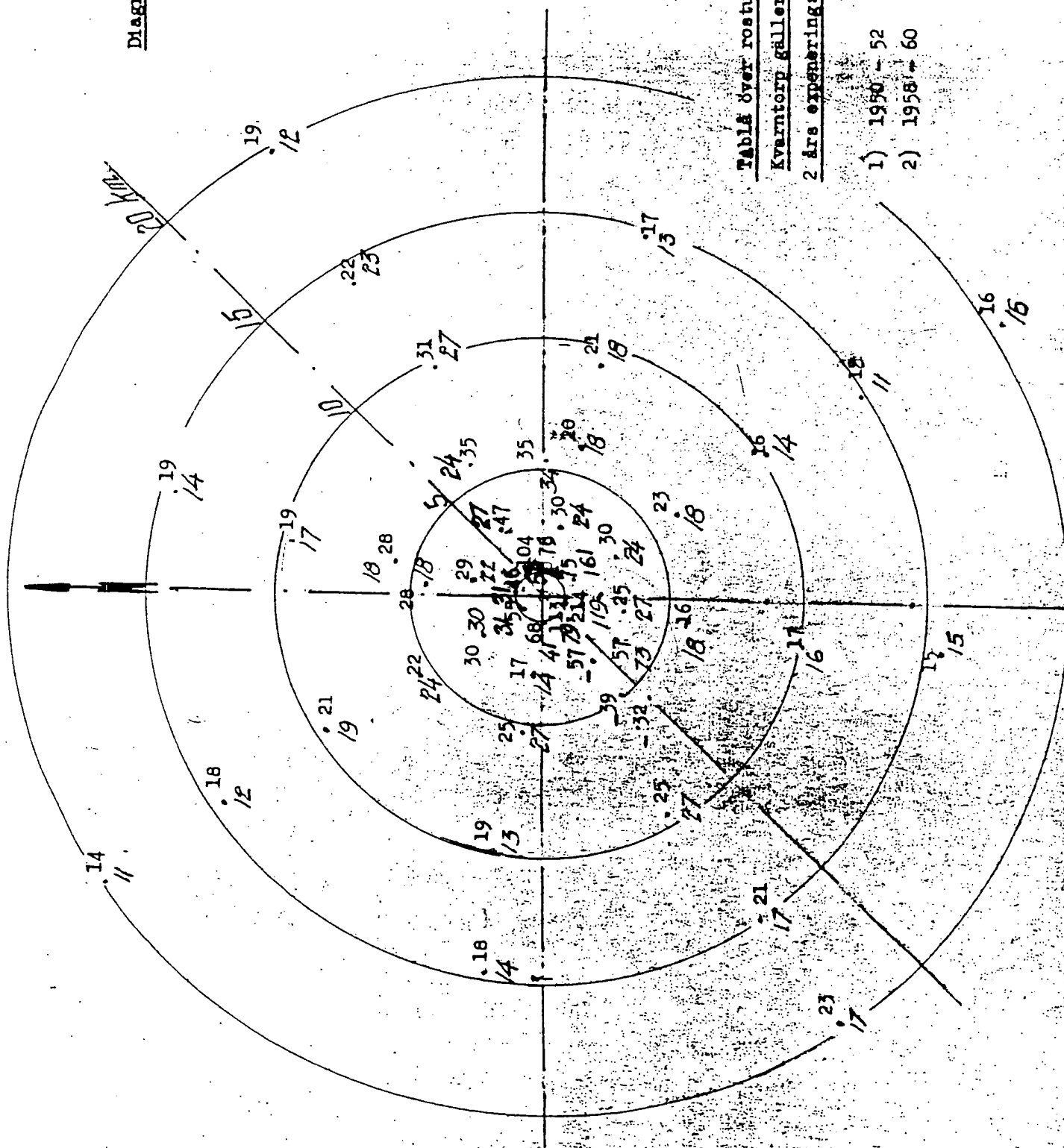


TABLA ÖVER ROSTUNDERSÖKNINGAR  
KRING MÄRKES KVARNTORP.

Siffervärdena visar viktminskning  
vid kemisk avrostning  
efter 10 års exponering.

Diagram 4.

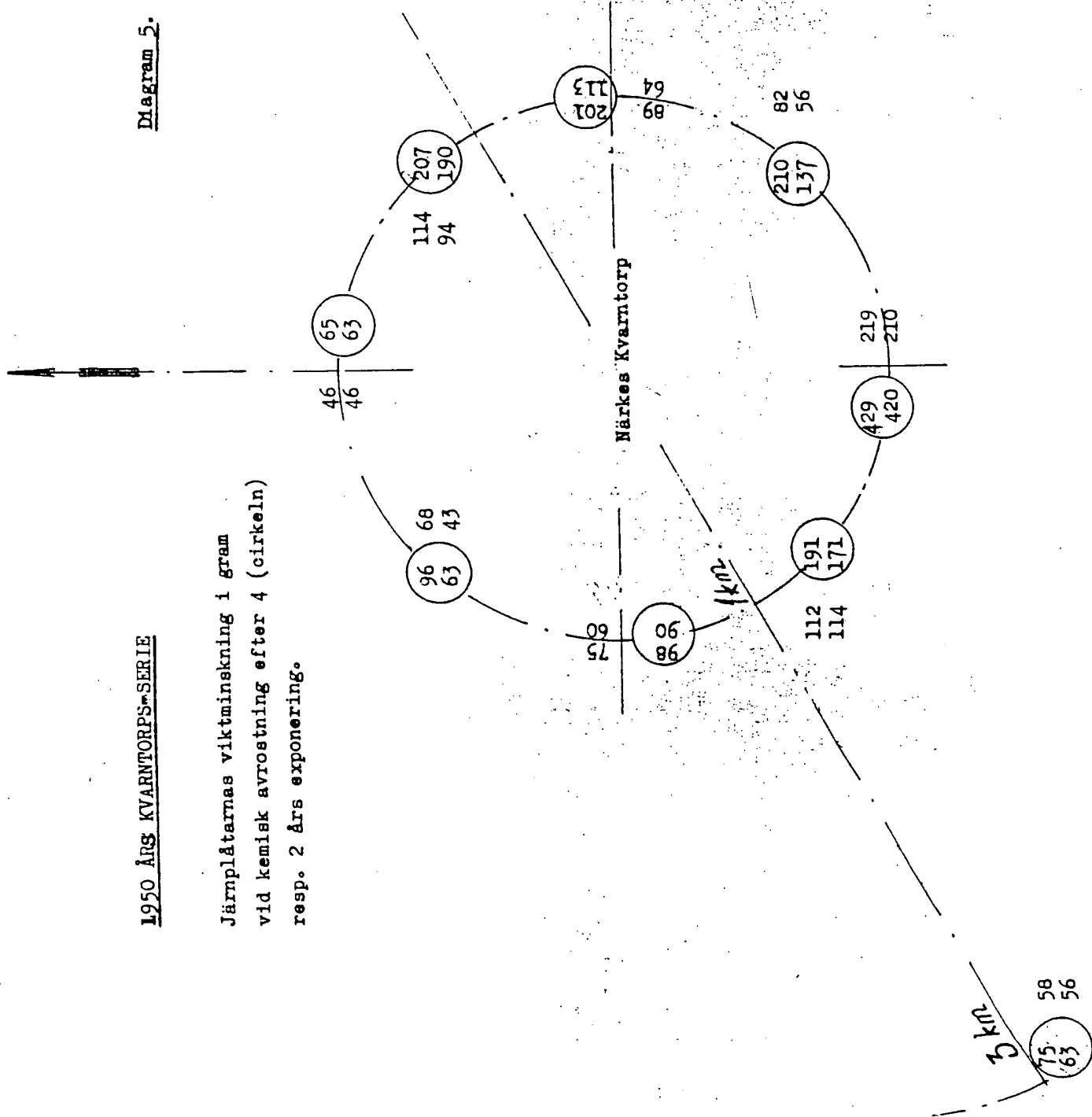




1950 ÅRS KVARNTORPS-SERIE

Järnplåtarnas viktnöskning i gram  
vid kemisk avrostning efter 4 (cirkeln)  
resp. 2 års exponering.

Diagram 5.

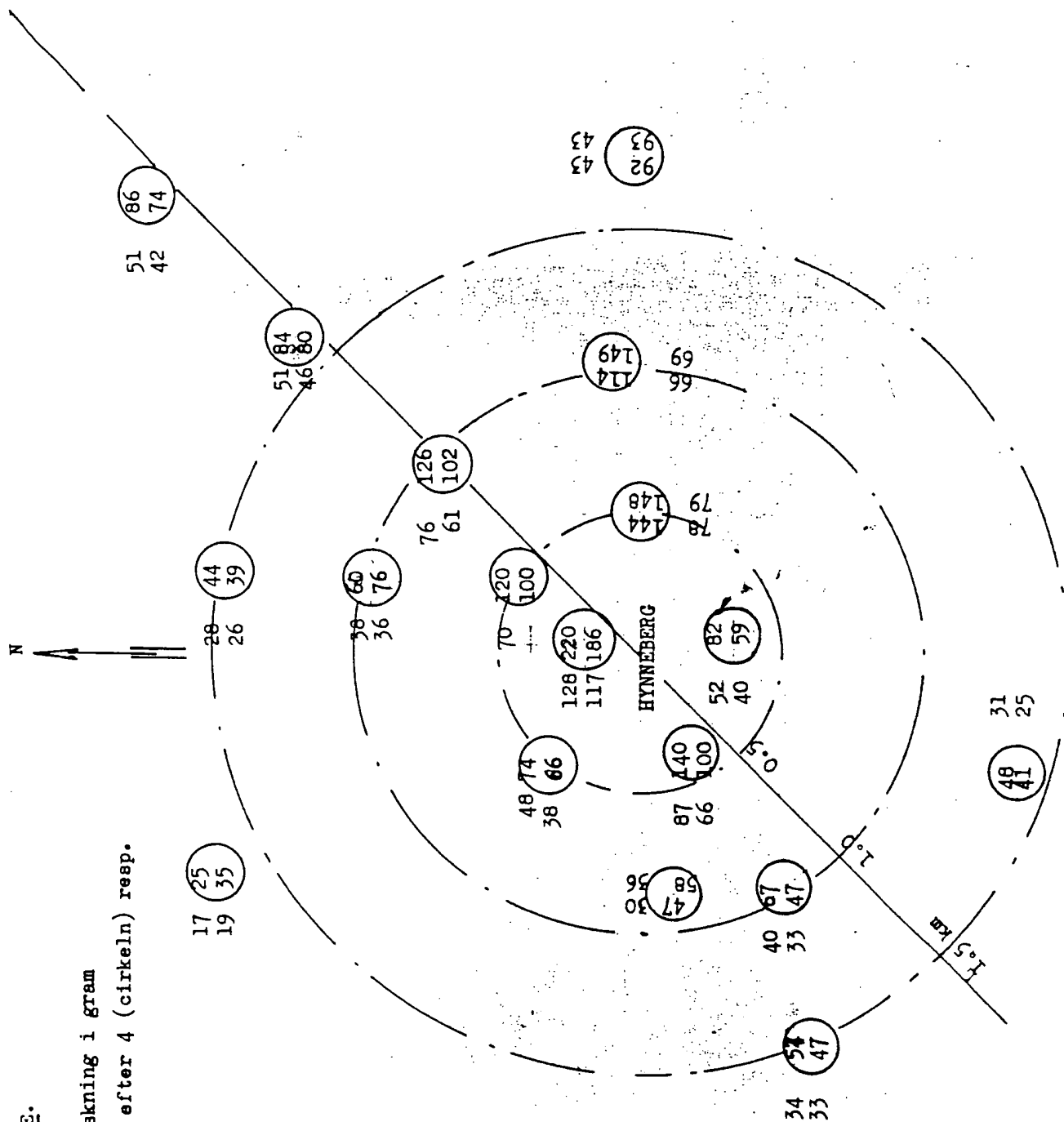


46  
40  
38

1956 ÅRS YXHULTS-SERIE.

Järnplåtarnas viktninskning i gram  
vid kemisk avrostning efter 4 (cirkeln) resp.  
2 års exponering.

Diagram 6.



viktsminskningen i  $\text{g/dm}^2$  efter kemisk avrostning. Stationerna A, B och C ligger ungefär på en linje genom Kvarntorp och Hynneberg A 400 m, B 1,3 km och C 2,2 km från Hynneberg.

Avståndet Kvarntorp-Hynneberg är cirka 4 km. A1, B1, C1, resp. A2, B2, och C2 betyder att angreppet har kommit från Kvarntorp resp. Hynneberg.

Tabell 5.

Station	Silver	Koppar	Järn
A 1	15,5	295	0,28
A 2	78,4	1853	1,14
B 1	9,8	259	0,24
B 2	36,9	855	0,52
C 1	20,9	406	0,52
C 2	22,7	520	0,51

Hynneberg dominerar sålunda klart vid stationerna A och B medan vid C, som ligger något närmare Kvarntorp än Hynneberg blir korrosionsangreppet på de tre metallerna av ungefär samma storleksordning.

Samtliga ovanstående plåtar har varit placerade inuti ventometrarna. Utanför dessa har också plåtar dock endast under ett år, varit utplacerade. På dessa har angreppet naturligtvis varit betydligt kraftigare, vilket framgår av tabell 6.

Tabell 6.

Station	Silver	Koppar	Järn
A	348	3670	20,0
B	160	2995	8,6
C	256	3645	8,3

Även i dessa siffror spåras klart Hynsbergs del i förevarande korrosion.

Ventometerförsöken kommer under året att byggas ut med ytterligare tre stationer.

Den direkta bestämningen av  $\text{SO}_2$  i de självregistrerande Wüthoff-apparaterna har fortsatt. Många driftsavbrott har förelegat, men resultaten pekar dock tydligt på att den på låg höjd från Hynsberg kommande gasen måste tillskrivas en stor andel av föreliggande korrosions- och målnings-skador i det för de båda industrierna gemensamma beboingsområdet.

## V. Övriga uppgifter.

### 1. Katalysatorfrågor.

CoMoAl-katalysator användes i Avox- och Girdler-anläggningarna och kommer att användas i ett eventuellt nytt raffinaderi. En grundligare kännedom om denna katalysators natur har därför ansetts nödvändig. Det kan också tänkas, att katalysatorn behöver modifieras, om den skall användas vid Avox-processen för gaser av annan sammansättning än skiffergas.

Sålunda har katalysatorns aktivitet, ytstruktur och kemiska struktur studerats. Aktiviteten studeras nu i en halvautomatisk apparatur och som standardreaktion har valts hydrering av tiofen i bensol. Denna blandning har många fördelar, då man undviker såväl bireaktioner som mellanprodukter. Försöksdata ha visat sig kunna samlas i en enkel hastighetsreaktion och som första resultat framgår att CoMoAl-katalysatorns aktivitet är starkt beroende av det sätt på vilken den reducerats och att effekten är stor nog att ha praktisk betydelse. En impregnerad katalysator är mer aktiv än en samfälld och en MoAl-katalysator med ungefär samma yta som CoMoAl är mycket mindre aktiv.

Försöken att bestämma koncentrationen av CoMo på bärarens yta genom adsorption av syre har avslutats. En ren oxidation föreligger och det är omöjligt att skilja ytoxidation från fortsatt oxidation i det inre av massan. Försöken kommer att fortsättas med kolväten.

Röntgendiffraktion och termisk differensanalys av rena oxider av Co, Mo, Al och Fe samt blandningar av dessa har utförts.

Resultaten kan ännu icke överblickas, men det står klart redan nu, att CoMeAl-katalysatorn har helt andra egenskaper än en mekanisk blandning av oxiderna.

## 2. Diverse undersökningar beträffande skifferförsörjningen.

Stybbmängden visade under hösten en tendens att öka, varför en serie undersökningar igångsattes för att eventuellt nedbringa mängden. I samband härmed underkastades även siktanläggningarna en översyn. Resultaten av undersökningarna lades fram i form av rapporter med förslag till vissa bestämda belastningar på siktarna och att matningen från buffertsilon torde hållas så låg och jämn som möjligt. Som resultat av hithörande undersökningar framkom också, att de olika raderna på Kvarntorps-ugnarna fick olika gods, vilket utan tvivel var till men för produktionen och innebar en viss skifferförlust. Förslag till bättre avsiktning och annan fördelning av direktgodsmängden framlades. Ett annat fyllningssätt av silos bör också medföra ett bättre resultat.

Beträffande inkörningen av finkrossverket och försöket att sänka stybbhalten har dessa problem överlämnats som ett uppdrag till prof.

P.O. Kihlstedt.

*Rekult matningen!*

## 3. Uppgifter av analytisk natur.

Förutom det ovan nämnda analysarbetet över oljan har bearbetning och förbättring av analysmetoderna hela året pågått. Undersökningarna i den adiabatiska kalorimetern har avslutats och resultatet kommer under hösten att föreligga i form av ett licentiatarbete och de data, som framtogs kommer att utnyttjas vid den eventuella projekteringen av den halvstora fluidiseringsanläggningen.